

REVISTA DE LA ACADEMIA CANARIA DE CIENCIAS



Folia Canariensis Academiae Scientiarum

Volumen XXVII - Biología (2015)



**REVISTA
DE LA ACADEMIA CANARIA
DE CIENCIAS**

BIOLOGÍA

Folia Canariensis Academiae Scientiarum

Volumen XXVII
Diciembre de 2015

**REVISTA DE LA
ACADEMIA CANARIA DE CIENCIAS**
Folia Canariensis Academiae Scientiarum

JUNTA DE GOBIERNO

Presidente

Dr. D. José Manuel Méndez Pérez

Vicepresidente

Dr. D. Sebastián Delgado Díaz

Secretario

Dr. D. Ángel Gutiérrez Navarro

Vicesecretario

Dr. D. Juan Ortega Saavedra

Tesorero

Dr. D. Alfredo Mederos Pérez

Bibliotecario

Dr. D. Víctor Sotero Martín García

Vocales

Dr. D. Ángel Gutiérrez Ravelo [sección de Química]

Dr. D. Bonifacio Nicolás Díaz Chico [sección de Biología]

Dr. D. Carlos González Martín [sección de Matemáticas]

Dr. D. Manuel Vázquez Abeledo (provisionalmente) [sección de Física]

Dr. D. Manuel Vázquez Abeledo [sección de Ciencias de la Tierra y del Espacio]

COMITÉ EDITORIAL

Director-editor

Juan José Bacallado Aránega

Vocales

Wolfredo Wildpret de la Torre

Ángel Gutiérrez Navarro

Secretario de Redacción

Alberto Brito Hernández

María Luisa Tejedor Salguero

Alfredo Mederos Pérez

Publica

Academia Canaria de Ciencias

con la colaboración de

Gobierno Autónomo de Canarias

Cabildo Insular de Tenerife

Imprime

Grafiexpress Comunicación Visual

ISSN: 1130-4723 - Depósito Legal: TF-931/2015

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL
INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

María Teresa ALBERDI

Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid

Julio AFONSO

Universidad de La Laguna. Tenerife

Natacha AGUILAR

Universidad de La Laguna. Tenerife

Paulo BORGES

Universidad de Azores. Portugal

Manuel CABALLER

Muséum National d'Histoire Naturelle. París

José ESPINOSA

Instituto Oceanológico de La Habana. Cuba

Fátima HERNÁNDEZ

Museo de Ciencias Naturales. Tenerife

Aurelio MARTÍN

Universidad de La Laguna. Tenerife

Victoria Eugenia MARTÍN

Universidad de La Laguna. Tenerife

Pedro OROMÍ

Universidad de La Laguna. Tenerife

Óscar OCAÑA

Museo del Mar. Ceuta

Jesús Ángel ORTEA

Universidad de Oviedo. Asturias

Javier F. ORTEGA

Florida International University. USA

Ángel PÉREZ-RUZAFÁ

Universidad de Murcia. Murcia

Julia PÉREZ

Jardín Botánico Viera y Clavijo. Gran Canaria

Juan Carlos RANDO

Universidad de La Laguna. Tenerife

Rodrigo RIERA

*Centro de Investigaciones Medioambientales
del Atlántico*

Arnoldo SANTOS

*Instituto Canario de Investigaciones Agrarias
Tenerife*

Marco TAVIANI

Instituto de Geología Marina. Bolonia. Italia

José TEMPLADO

Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid

Wolfredo WILDPRET

Universidad de La Laguna. Tenerife

EDITORIAL

Con la puntualidad requerida en este tipo de publicaciones científicas presentamos, en diciembre de 2015, el volumen XXVII de la Revista de la Academia Canaria de Ciencias (*Folia Canariensis Academiae Scientiarum*), siempre al alza en sus contenidos y liderando, en el extenso campo de la biología, la edición de rigurosos trabajos en una amplia parcela geográfica, muy especialmente en ambientes marinos y terrestres insulares.

Volvemos a certificar nuestra línea editorial: monografías, investigaciones, artículos y puestas al día, encaminadas al conocimiento certero de la biodiversidad marina y terrestre en áreas insulares, muy especialmente en aquellos grupos de islas localizadas en territorios geográficos que cubren amplias parcelas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde), como también los enclaves atlántico-mediterráneos del sur de Iberia y noroeste de África, con especial incidencia en el área marina del Estrecho de Gibraltar donde el singular y productivo litoral de Ceuta y el mar de Alborán marcan la pauta.

En el presente volumen se describen 92 especies nuevas para la ciencia: 87 de ellas son moluscos, 4 antozoos y un insecto, cubriendo un amplio abanico geográfico que va desde la Macaronesia al Caribe, el noroeste de África y alcanzando el mar Cantábrico y el Mediterráneo. Asimismo se describe un nuevo género de antozoo con el sugerente nombre de *Africana*, en base al material colectado en las islas de Cabo Verde.

Seguimos manteniendo el intercambio con un centenar de publicaciones de todo el mundo, muy especialmente con aquellas revistas de información de mayor eco en el campo científico internacional: *Zoological Record*, *Biological Abstract*, *Índice Español de Ciencia y Tecnología*, *Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, *Natural History Museum* (London), *Thomson Reuters* (USA) y *Dialnet* (España).

Los contenidos de la Revista de la Academia Canaria de Ciencias aparecen vaciados en internet a cargo de Biodiversity Heritage Library.

Juan José Bacallado Aránega
Director/Editor

EDITORIAL

With the punctuality required in this type of scientific journalism, we are introducing in December 2015, the volume XXVII of the *Revista de la Academia Canaria de Ciencias (Folia Canariensis Academiae Scientiarum)*, provided upward in content and leading, in the broad field of biology, the edition of rigorous works over a wide geographic plot, especially in island marine and terrestrial environments.

We return to certify our editorial: monographs, research, issues and updates, aimed at certain knowledge of marine and terrestrial biodiversity in insular areas, especially in those groups of islands located in geographical areas that cover large plots of the Macaronesia (Azores, Madeira, Canary Islands and Cape Verde), as well as the Atlantic-Mediterranean location of southern Iberia and Northwest Africa, with special emphasis on the marine area of the Strait of Gibraltar where the unique and productive coast of Ceuta and sea Alboran set the tone.

In this volume, 92 species new to science are described: 87 of them are mollusks, 4 anthozoans and an insect, covering a wide geographical range that goes from the Caribbean to the Macaronesia, northwestern Africa and reaching the Bay of Biscay and the Mediterranean. A new genus of anthozoan with the suggestive name of *Africana* is also described, based on collected material at the Cape Verde islands.

We continue the exchange with hundreds of publications around the world, especially with those of relevant information in the international scientific field: *Zoological Record*, *Biological Abstract*, *Índice Español de Ciencia y Tecnología*, *Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, *Natural History Museum* (London), *Thomson Reuters* (USA) and *Dialnet* (Spain).

The contents of the *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* are available online supported by Biodiversity Heritage Library.

Juan José Bacallado Aránega
Director/Editor

**A survey on Anthozoa and its habitats
along the Northwest African coast and some islands:
new records, descriptions of new taxa and biogeographical,
ecological and taxonomical comments. Part I.**

**Ocaña^{1*}, O., Hartog², J.C. den, Brito³, A., Moro⁴, L., Herrera⁵, R., Martín⁶, J.,
Ramos⁷, A., Ballesteros⁸, E. & Bacallado⁹, J. J.**

¹ Museo del Mar de Ceuta, Muelle España, s/n, 51001 Ceuta, Spain

² Curator of Colenterata from NNHM, Leiden, The Netherlands, Deceased

³ Grupo de investigación BIOECOMAC, Unidad Departamental de Ciencias Marinas
Universidad de La Laguna, Canary Island, Spain

⁴ Servicio de Biodiversidad, Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias
Edif. Usos Múltiples I. Av. Anaga nº 35. 38071, S/C de Tenerife, Canary Islands, Spain

⁵ Servicio de Biodiversidad. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias
Edificio de Servicios Múltiples II (5ª planta). Agustín Millares Carló, 18
35071, Las Palmas, Gran Canaria, Canary Islands, Spain

⁶ Calle Caracas nº 3, La Laguna, Tenerife, Canary Islands, Spain

⁷ Centro de Investigación Marina de Santa Pola (CIMAR), Universidad de Alicante
03130, Santa Pola, Alicante, Spain

⁸ Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC), Acc. Cala, Sant Francesc 14
17300, Blanes, Girona, Spain

⁹ Museo de Ciencias Naturales de Tenerife. Ap. Correos 853, Santa Cruz de Tenerife, islas Canarias

* Corresponding autor: Óscar Ocaña (email: lebruni@telefonica.net)

RESUMEN

Varias especies de Actiniarios y Escleractinias han sido recolectadas y estudiadas a lo largo de la costa noroeste africana y algunos de sus archipiélagos. Esta es la primera parte de un artículo más extenso que está centrado en Marruecos y Cabo Verde pero que también incluye información de otras zonas geográficas (Islas Canarias, Madeira, Gabón y Mauritania). La segunda parte incluirá bastante material del Golfo de Guinea. Cuatro nuevas especies y un nuevo género son descritos además de cinco nuevos registros de especies para la región estudiada. *Bellactis caeruleus*, *Tubastrea caboverdiana*, *Thalamophyllia wirtzi* y *Africana wirtzi* son las cuatro especies y el nuevo género descrito para la ciencia. Se han completado algunas descripciones de especies que de una forma y otra no estaban bien estudiadas.

Palabras clave: Antozoos, Actiniarios, Escleractinias, género nuevo, especies nuevas, Óceano Atlántico, costa noroeste de África e islas.

ABSTRACT

Several species of Actiniaria and Scleractinia have been searched and collected along the Western African coast and some of its archipelagos. This paper constitutes the first part of an extensive paper and it is focused on Morocco and Cape Verde, although some material and images from other spots (Canary Islands, Madeira, Gabon or even Mauritania) are included. The second part will also include some material from Gulf of Guinea. Four new species and a new genus are described, and five new records are also included in the paper. *Bellactis caeruleus*, *Tubastrea caboverdiana*, *Thalamophyllia wirtzi* and *Africana wirtzi* are the four new species and the new genus described. Some species, due to previous lack of good descriptions, are presented more deeply from the point of view of the descriptive aspect.

Key words: Anthozoa, Actiniaria, Scleractinia, new genus, new species, Atlantic Ocean, Western Africa coast and islands.

1. INTRODUCTION

This study tries to supply information about Anthozoa and its habitats along the not well-known coast of North West Africa. This paper includes images of habitat features and sites from the Atlantic coast of North Africa, between the Strait of Gibraltar and Gulf of Guinea, with the addition of some information about the Atlantic islands. Most information comes from Moroccan coast, from north to south until the Mauritanian border, and some data collected during the CANCAP (Azores, Canary I., Madeira, Cape Verde I., Morocco) (see VAN DER LAND, 1987) by the second autor (there are much more data waiting to be publish). Moreover, there is some other opportunistic information that were taken from some short travels to different geographical areas as Cape Verde Islands, or even provided by different colleagues, some of them included in the paper. The foccus of this paper is to provide information on the species recorded, with some new records and new taxa, also offering a general view of intertidal and shallow waters habitats, through the color images of the species showing, in some cases, the main encountered communities. Some species of particular concern, due to their abundance or other biological aspect, as the case of *Bunodosma biscayensis*, have been studied extensively. In this first part of the study, octocorals as well as many other hexacorallians are not included, leaving them for a second part. The complete study (Part I and II) includes a general catalogue of the Anthozoa species from the Moroccan coast and also a list of interesting biological sites from Morocco littoral, including Western Sahara. This long term project, carryed by the Museo del Mar from Ceuta, covers an extended not well known area along North African littoral, with the support of colleagues from different institutions, who have been enriched the paper with their contributions, not only on Anthozoa, but also on other subjects of interest in this paper. Most of the studied material is deposited in the Museo del Mar de Ceuta collection. Nevertheless, due to the lack of scientific information on Anthozoa on the North African region we feel relevant the present contribution.

2. MATERIAL AND METHODS

The specimens were collected by snorkeling, scuba diving or intertidal exploration and preserved in 8% formaldehyde in sea water, and later stored in 70% alcohol or in dry conditions in the collections of the “Museo del Mar de Ceuta (MMC)”. Colonies of Scleractinia were prepared using hypochlorite, in order to remove the organic tissues to study the general morphology and the anatomical features of the skeleton by means of a stereo dissecting microscope. Nematocysts of the Actiniaria were examined with a light microscope equipped with a Nomarski differential interference contrast optic system. The classification and terminology of nematocysts follows that of SCHMIDT (1972), as adapted by HARTOG (1980) and HARTOG *et al.* (1993). This terminology can be used as a convenience (penicilli=p-mastigophore; spirulae=b-mastigophore) along the paper. The surveys on the cnidom are summarized in tables in which nematocysts means (in the case of new taxon) and ranges of length and width are included. The following codes are used in the tables: vc: very common; c: common; rc: rather common; uc: uncommon; r: rare. The color images were taken with different cameras along the years, there are images from small field aquariums and also underwater pictures. The material and the images studied come from different locations within the North West Africa, the Gulf of Guinea, Cape Verde Islands, Madeira and The Canaries. Some images come from the CANCAP expedition to North West Africa (see VAN DER LAND, 1987).

Localities and its coordinates

Spanish North Africa: Ceuta maritime moat (35°53.355'N 5°19.112'W); Ceuta (San Amaro) (35°53.912'N 5°17.976'W); Ceuta (South Bay) (35°53.107'N 5°18.245'W).

Canary Islands: Candelaria (Tenerife) (28°21.363'N 16°22.125'W).

Morocco: Cala Iris (35°9.071'N 4°21.955'W); M'Dik (35°41.108'N 5°18.862'W); Cabo Negro (35°41.191'N 5°16.426'W); Punta Siri (35°54.533'N 5°28.282'W); Playa del Avión (actual Tánger Med) (35°53.207'N 5°30.215'W); Alkasar Seguir (35°51.109'N 5°32.722'W); Cape Spartel (35°47.200'N 5°55.839'W); Asilah (35°28.214'N 6°2.390'W); Sidi Mghit (35°23.450'N 6°4.925'W); Sidi Rhal (33°28.812'N 7°56.824'W); Jorf Lasfar (El Jadida) (33°8.505'N 8°37.218'W); Sidi el Abed (33°4.471'N 8°40.062'W); Oualidia (32°44.323'N 9°2.635'W); Cape Beddouza (32°32.702'N 9°16.931'W); Safi (32°18.155'N 9°14.988'W); Bhaibeh (31°47.791'N 9°35.071'W); Mouley Bouzarktoune (31°38.689'N 9°40.631'W); Diabat (Essauira) (31°29.329'N 9°46.545'W); Sidi Kaouki (31°21.871'N 9°48.166'W); Imsouane (30°50.327'N 9°49.364'W); Agadir (30°25.126'N 9°40.452'W); Sidi Mohamed Abdallah-Mirleft (29°34.058'N 10°3.304'W); Legzira (29°26.952'N 10°6.927'W); Sidi Ifni (29°23.440'N 10°10.337'W); Tan Tan (28°30.124'N 11°20.106'W); Aiun (27°11.635'N 13°23.388'W); Dakhla (23°49.847'N 15°51.988'W); Dakhla (23°39.355'N 15°59.980'W); Dakhla (23°45.780'N 15°45.779'W); Dakhla (Porto Rico) (23°28.918'N 15°57.372'W).

Cape Verde Islands: Tarrafal (Sao Tiago) (15°16.955'N 23°45.419'W); Quebra Canela (Sao Tiago) (14°54.145'N 23°31.028'W); Buracona (Sal) (16°47.906'N 22°59.606'W); Murdeira Bay (Sal) (16°40.683'N 22°56.208'W).

Gabon: Pongara National Park (0°20.295'N 9°18.801'E)

Madeira: Quinta do Lorde-Canical (Madeira) (32°44.465'N 16°42.500'W).

3. SYSTEMATICS

Orden ACTINIARIA Hertwig, 1882

Family ACTINIIDAE (Gosse, 1858)

Actinia schmidt, Monteiro, Solé-Cava & Thorpe, 1997

Actinia equina Patrìti, 1970: 116-117.

Actinia schmidt Ocaña, Brito y González, 2005: 479-482, figs. 1 and 7a-d. Description and discussion with other Actinians species. Canary Islands, Madeira, Azores, Mediterranean and Atlantic coast of Morocco.

To check synonymous list see Ocaña *et al.*, (2005).

Material examined: Atlantic Morocco: Sidi Rahal beach, MMC-001, 29.vii.2000, in crevices of the flat rocky platform, 2 specimens, O. Ocaña leg. Imsouane beach and harbour, MMC-002, 8.xii.2001, intertidal platforms, small pools of the mesolitoral and supralitoral, 2 big specimens, red color, also many small specimens growing on the mussels carapaces, O. Ocaña leg. Sidi Mohamed Abdallah-Mirleft, MMC-003, September 2002, intertidal, numerous small specimens growing on mussels carapaces, red, brown and green colours, O. Ocaña leg. Moulay Bouzerktoum (30 km North Essauira), MMC-009, 7.xii.2001, upper intertidal in pools and crevices, 4 specimens with juvenils inside, O. Ocaña leg. Bhaibeh beach, MMC-004, 30.vii.2000, upper intertidal and supralitoral, small crevices and pools, 2 specimens, red and green colours, O. Ocaña leg. Tan Tan beach, MMC-005, 8.iv.2001, upper litoral and mesolitoral, 15 specimens with juvenils inside, O. Ocaña leg. Oualidia, MMC-006, 6.iv.2001, mesolitoral in rocky platform covered by *Fucus*, pools; also in supralitoral and big intertidal caves, deep red in the specimens near *Fucus*, red, green and brown colours in the intertidal caves, 3 deep red specimens collected near *Fucus* and also 12 specimens collected in the intertidal caves, O. Ocaña leg. Sidi Ifni beach, MMC-007, 1.viii.2000, intertidal area with boulders and flat platform areas, on stones and crevices, 3 specimens, red color, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-008, 2.viii.2000, intertidal on mussels, understones and crevices in upper litoral, 5 specimens, red color, O. Ocaña leg. Sidi el Abed, (South of Jadida), MMC-009, 30.vii.2000, intertidal on sloped wall and platform, upper mesolitoral and supralitoral, 5 specimens, red, deep red and green colours, O. Ocaña leg. Diabat, Essauira beach, opposite to Mogador Island, MMC-010, 1.viii.2000, intertidal crevices and pools among stones, 7 specimens, red and green colours, O. Ocaña leg. Sidi Kaoki, North Essauira, MMC-011, 29.iii.2013, located in holes at the rocky platform, 4 medium to big specimens and one juvenil from inside the specimens, red, green and brown colours, O. Ocaña leg. Sidi Mghit (North Asilah), MMC-012, 17.vi.2000, mesolitoral on small pools, crevices, slopes and under big boulders, 7 specimens, O. Ocaña leg. Aiun, Western Sahara, MMC-017, September 2002, intertidal area, under stones, 8 specimens, O. Ocaña leg., Porto Rico, MMC-013, 22.ii.2012, intertidal, rocky platform with holes and also under stones, 3 specimens, red color, Francisca Serrais leg. Dakhla, MMC-014, 20.ii.2012, stony intertidal area, 12 small specimens, red and green colours, Javier Martin Barrios leg.

Strait of Gibraltar coast of Morocco: North of Kasar Seguer, MMC-015, 25.v.2003, stony intertidal, under stones and very shallow pools from upper mesolitoral and supralitoral, juvenils inside, 4 specimens, red color, O. Ocaña leg. Punta Siri, MMC-016, 11.ii.2001, under stones in stony intertidal area, red color, O. Ocaña leg.



Actinia sp. from Dakhla.

Actinia sp.

Remarks: Possibly we found in Dakhla (Sahara region) a new species belonging to the genus *Actinia*. The specimens were observed under stones in low tide, and all of them showed an ochreous colour and sparse green spots at the body wall. The green spots are exclusively known in the species *A. fragacea* but it never presents this ochreous colour. Unfortunately, we lost the material during the travel back to Spain, so only the collection of new material will solve this identification problem.

Actinia striata Risso, 1826

Actinia depressa Rapp, 1829

Paractis striata Jourdan, 1880. The author describes the lack of acrorhagi in the species.

Paractinia striata, Andres, 1884. A new genus erected, due to the lack of acrorhagi presence in some specimens.

Actinia striata, Schmidt, 1971 and 1972. Complete anatomical description and cnidom data; its habitat and reproduction pathern are remarkably characters.

Actinia striata, Tur, 1989: He thinks *A. striata* and *A. virgata* could be the same species.

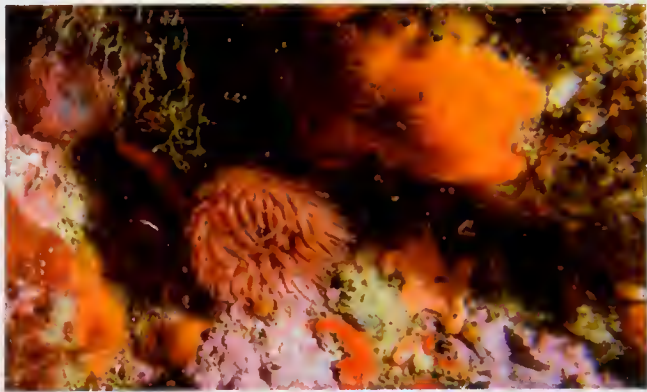
Actinia striata, Ocaña, Brito & González, 2005: cnidoma data comparison among several species including the species in the Group II. Cnidom characteristics differentiate *A. striata* from *A. virgata*.

Material examined: Strait of Gibraltar coast of Morocco: North of Kasar Seguer, MMC-019, 25.v.2003, stony intertidal, under stones in mesolitoral, 1 specimen, pinkish color with longitudinal stripes, O. Ocaña leg. Oued el Marsa, MMC-023, June 1998, under stone in shallow waters, two specimens, O. Ocaña leg.

Mediterranean Morocco: Cala Iris, (FMM-BM-AA-7=MMC-020), 10.vi.2000, 1 specimen, O. Ocaña leg., shallow waters, under stones, pinkish with longitudinal stripes.

Remarks: LÓPEZ-GONZÁLEZ (1993) recorded this species in Ceuta, however, he mentioned to be present in the African coast of the Strait of Gibraltar. We have recorded the species in differente spots of the Mediterranean Moroccan coast.

Some characteristics cnidae for <i>A. striata</i> (taken from Kasar Seguer)	
Homotrachs from acrorhagie	large b-mastigophore from the pharynx
	 24,5 μ



Actinia striata from Ceuta region (Juan Junoy & Alfonso Herrera-Bachiller).

Actinia fragacea Tugwell, 1856

Actinia fragacea Tugwell, 1856: 98

Actinia mesembryanthemum var. *fragacea* Gosse, 1860: brief description of the colour and size, plate vi, fig. 6.

Actinia fragacea, Teissier and Teissier, 1930: 190: based on Gosse information, claims for a separate species.

Actinia equina var. *fragacea*, Stephenson, 1935: 114. Data of shape and colour; Patrìti, 1970: 116-117. Diagnosis with colour, shape and external morphology, juvenils inside the coelenteron (viviparous) was observed also for this author.

Actinia fragacea, Manuel, 1981 and 1988:101.

Actinia equina spp. *fragacea*, Schmidt, 1971 y 1972. Based on coloration, habitat, reproduction path-ern and the cnidome characters; the subspecies is established by the author.

Actinia fragacea, Carter & Thorpe, 1981. Genetics data supported *A. fragacea* as a separate species.

Actinia fragacea López González, 1993: 250-253, description and some data about the cnidome, habitat and distribution include the Rabat and Casablanca area but without studied material.

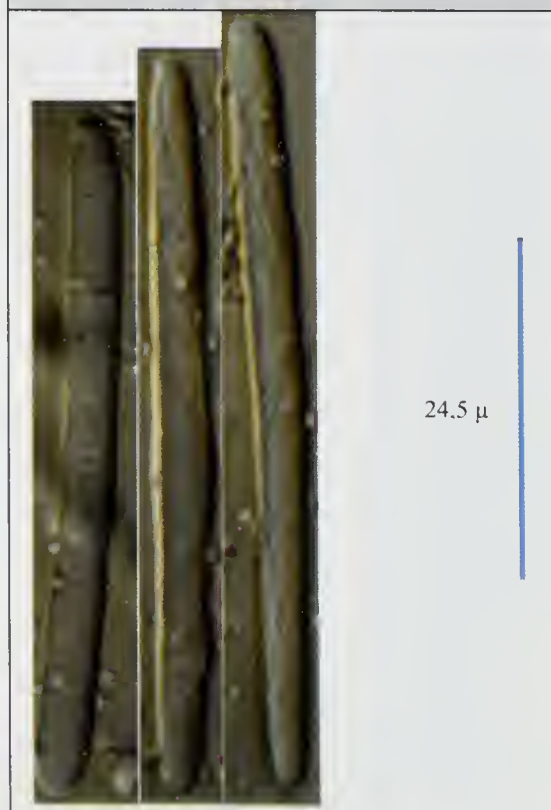
Actinia fragacea, Ocaña, Brito & González, 2005: cnidoma data comparison among several species including the species in the Group II.

Material examined: Atlantic Morocco: Sidi Rahal beach, MMC-024, 29.vii.2000, in crevices of the flat rocky platform, 1 specimen, red color with greenish spots O. Ocaña leg. Oualidia, MMC-031, 31.iii, 2013, 1 meter deepn, in a hole of *S. alveolata* colony at a mesolitoral big pool, 1 specimen, O. Ocaña leg. Beddouza Cape, MMC-021, 7xii.2001, flat rocky platform with algae, in crevices, 2 spec-



Actinia fragacea from Sidi Ifni

Typical homotrichs
from the Acrorhagies
of *A. fragacea*
(taken from Sidi Ifni material)



imens, red color with greenish spots in the body wall. Bhaibeh beach, MMC-022, 30.vii.2000, intertidal pools, 2 specimens, red color with greenish spots, O. Ocaña leg. Bhaibeh beach, MMC-027, 30.vii.2000, intertidal in the pools, 6 specimens, red color with greenish spots, O. Ocaña leg. Im-souane beach and harbour, MMC-023, 8.xii.2001, intertidal platforms, in mesolitoral canals, 3 big specimens, red color with greenish spots, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-025, 2.viii.2000, intertidal on mussels in shadow places, crevices inside Sabellaria alveolata colonies, mesolitoral and first meters of the infralitoral, 7 specimens, red color with greenish spots in the body wall, O. Ocaña leg. Sidi Ifni beach, MMC-026, 1.viii.2000, intertidal area with boulders and flat platform areas, under stones and crevices, 1 specimen, red color, O. Ocaña leg. Tan Tan beach, MMC-029, 8.iv.2001, in pools and small crevices in the mesolitoral platform, 3 specimens, red color with greenish spots, O. Ocaña leg. Aiun, Western Sahara, MMC-028, 6.ix.2002, intertidal area, under stones, 4 specimens, O. Ocaña leg. Sidi Mghit (North Asilah), MMC-030, 17.vi.2000, mesolitoral on small crevices and in holes of the Sabellaria alveolata colonies, 4 specimens, O. Ocaña leg.

Strait of Gibraltar coast of Morocco: North of Kasar Seguer, MMC-032, 25.v.2003, stony intertidal, under stones in mesolitoral, 1 specimen, red color with greenish spots, O. Ocaña leg. Punta Siri, MMC-033, 11.ii.2001, under stones in shallow waters, 1 meters deep, red color with greenish spots, O. Ocaña leg.

Remarks: The species can be recorded along the Moroccan atlantic coast and Sahara region but we did not find the species in Dakhla.

Bunodosoma biscayensis (Fisher, 1874)

Bunodes biscayensis Fisher, 1874: 229-231. External description and remark on the multilobulate verrucae. We find also this character in the big specimens.

Bunodosoma diadema Patriti, 1970:117. Just some external data, the red color was recorded previously by this autor.

Phymactis diadema Carlgren, 1934: 21. Anatomical description including some data on enidome, sphincter depicted, material from South Rabat.

Bunodosoma biscayensis den Hartog, 1987: Complete description and detailed enidae with the categories, distribution and measurements. Images of histology and enidae. Acuarian images.

Bunodosoma biscayensis López González, 1993: 269-275 External description and some data about the anatomy and the enidae. Anatomical and acuarian images.

Material examined: Atlantic Morocco: Sidi Mghit (South of Asilah), MMC-042, 17.vi.2000, mesolitoral on small pools, buried in sand and among big boulders, 5 specimens, pale brownish color, O. Ocaña leg. Sidi Rahal beach, MMC-046, 29.vii.2000, buried in pools and rocky platform, 2 specimens, O. Ocaña leg. Between Oualidia and Beddouza Cape (South Oualidia), MMC-045, 7.xii.2001, buried in upper mesolitoral with Fucus and mussels reefs, 3 specimens, O. Ocaña leg. Bhaibeh beach, MMC-043, 30.vii.2000, mesolitoral, pools and crevices, 2 specimens, O. Ocaña leg. Bhaibeh beach, MMC-044, 6.iv.2001, mesolitoral, pools, 1 specimen, O. Ocaña leg. Im-souane beach and harbour, MMC-036, 8.xii.2001, intertidal platforms, small pools of the mesolitoral and supralitoral, 3 big specimens, in crevices of the pools, we observed mollusk feeders? on *B. biscayensis*, O. Ocaña leg. Among Agadir and Tiguert cape (30 km North Agadir), MMC-035, 8.iv.2001, walls and crevices in the pools, 3 specimens, 2 with brown column with grey verrues, disc and tentacles red and blue; 1 specimen with tentacles and column deep red, O. Ocaña leg. Aiun, Western Sahara, MMC-034, 6.ix.2002, intertidal area, buried in shallow pools, 3 specimens, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira

beach, MMC-038, 2.viii.2000, intertidal on pools: buried in crevices or also understones, 9 specimens a bit macerated, three specimens of feeder mollusks (*Nassarius* cf. *reticulatus*), several colours but normally brown color with cream tentacles and disc or commonly also with red and blue tentacles and disc, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-037, 2.viii.2000, shallow waters 1-3 meters deep also intertidal on pools but much more rare, 3 specimens, tentacles, disc and column included verrucae are deep red coloured, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-040, 6.ix.2002, intertidal, pools among mussels reefs, 4 specimens, several colours, O. Ocaña leg. Sidi Ifni beach, MMC-039, 1.viii.2000, intertidal area with boulders and flat platform areas, buried in the sediment and attached on stones, 10 specimens a bit macerated; one specimen eating small mussels, 7 specimens in good conditions, several colours, O. Ocaña leg. Tan Tan beach, MMC-041, 8.iv.2001, mesolittoral, in pools, understones and buried in the sediment, 9 specimens and one very small, O. Ocaña leg. Dakhla, MMC-047, 19.ii.2012, understone in intertidal rocky platform with stones and sand, 1 specimen, O. Ocaña leg.

Cape Verde Islands: Tarrafal, Sao Tiago, MMC-048, 15.viii.2002, intertidal in crevices under calcareous algae at coastal cliff, 1 specimen, red colour with some white verrucae, O. Ocaña leg.

Diagnosis: The verrucae (simple or with several lobes, although normally two) cover the whole column and the arrangement along longitudinal rows cannot be easily distinguished, acrorhagi present. HARTOG (1987) describes the colour and its variability in the *Arca-chon* population. We find the colour patterns observed by the previous author, but we also observed a great variety of colours along the distribution range. Typically the specimens observed present ochreous colour with some of the verrucae grey in the column; other specimens show a mixture of both colour with a high number of grey verrucae. The bands colour pattern described by FISCHER (1874) and HARTOG (1987) generally lack in our material. Specimens completely red coloured seems to be present only at Africa coast from Tanger till Senegal; tentacles with red and blue stripes is a very characteristic colour pattern in this species, and can be found in Europe and also in Africa. Small specimens developed in crevices and little pools can be easily overlooked, big and medium size specimens are very conspicuous to the observers. The measurements and distribution of the cnidae agree very well with the previous works, but some data merits to be commented: in the body wall the smaller b-mastigophore (spirulae) catagorie may lack or be sporadic; the size of the cnidae present some measurements differences among the population, regarding that bigger specimens present also bigger homotrichs in the acrorhagi. Although these differences are included in the variation range of this wide distributed taxon.

Remarks: Dana includes a description of *Bunodes diadema* (*Actinia diadema*) in his paper in 1846, including the drawing that Drayton did the same year. The drawing shows the shape of such species recorded from Cape Verde Islands. CARLGREN (1949) included the species into the genus *Bunodosoma*; later, the same author (see CARLGREN 1934) studied material from South Rabat (Morocco) and, as well as Dana did with the material from Cape Verde Islands, referred the species to *Phymactis diadema*. Carlgren in 1939 revised the material of Dana, including anatomical description and sphincter depicted, assigned definitely the material to *Bunodosoma diadema* from Cape Verde and remarks the possible differences among this material and the other from Rabat studied by himself some years before. PATRITI (1970), following Dana's work, identified *Bunodosoma diadema* as a common species from Moroccan Atlantic coast. Carlgren's intuition (see CARLGREN,



Bunodosoma cf. diadema from Cape Verde Islands (CANCAP).

1939) may be right as *Bunodosoma diadema* can be a valid species and occurs at the Cape Verde Islands (should be also present in other tropical West Africa sites), and it is apparently different from *B. biscayensis* in the external appearance. In the continental coast *Bunodosoma biscayensis* (see HARTOG, 1987) is widely distributed from tropical West Africa along the African coast till South Portugal, including some special environments at France; the species is also present at Cape Verde Islands. Morphological characters of the analyzed material, assigned to *B. Biscayensis*, agree very well with the descriptions from the previous authors (see HARTOG, 1987). The last author also collected material in the Cape Verde Archipelago that does not present a dense packet verrucae in the column (according to Drayton's drawing) and can be easily assigned to the species *B. diadema*. However, our material of *Bunodosoma* collected at Sao Tiago and Sal islands is clearly identified as *B. biscayensis*.

The drawing from Drayton of *B. diadema* agrees with the information of such species that we have from the CANCAP expedition; we include images of this material. These images are supporting the possible presence of a different species of *Bunodosoma* (*B. diadema*) at the Cape Verde Islands, although the only way to solve this problem should be the revision of the material from Dana Expedition and also all the CANCAP material belonging to such genus. After all, the presence of *B. biscayensis* at the Cape Verde remarks the possibility of that *B. biscayensis* can be synonymous of *B. diadema*. We leave *Bunodosoma biscayensis* as a valid name pending the CANCAP material revision in order to take an accurate decision about *Bunodosoma diadema*.

Unfortunately, J. C. den Hartog overlooked the paper and did not recognize the species in PATRITI (1970). This is the first record from Morocco; nevertheless, den Hartog had previously remarked the possible presence of the species along the Moroccan littoral (see HARTOG, 1987) and Portugal. The species is also recorded for the first time in Cape Verde and some images showing the external characters of the species from the Gulf of Guinea (although the last record should be confirmed checking material). Attending to the distribution pathern, it seems to be a species from the North Western Africa

Some characteristics cnidae for <i>B. biscayensis</i> (taken from Sidi Ifni material)		
Homotrich from Acrorhagi	Homotrich and Spirulae from Body wall	Spirulae from tentacles
		 24,5 μ

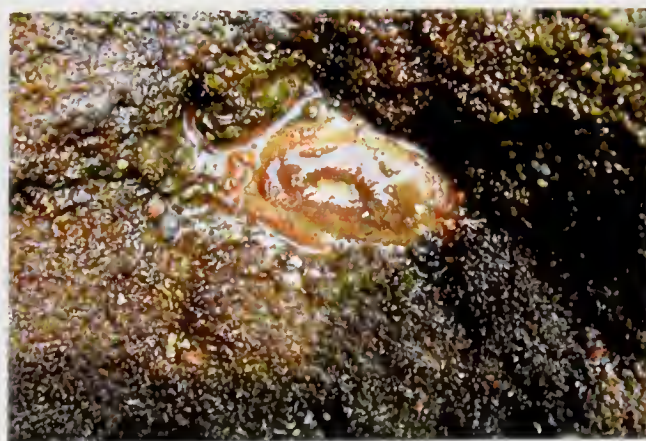
Some characteristics cnidae for <i>B. biscayensis</i> (taken from Cape Verde material)		
Homotrich from Acrorhagi	Spirulae from Body wall	Spirulae from tentacles
		 24,5 μ



Bunodosoma biscayensis from Dakhla.



Bunodosoma biscayensis from Sidi Ifni.



Bunodosoma biscayensis, Cameroon, P. Wirtz.



From the left to the right: *Bunodosoma biscayensis*, Sao Tomé, P. Wirtz; *Bunodosoma biscayensis* from Principe, P. Wirtz; *Bunodosoma biscayensis* from Cape Verde Islands (CANCAP Expedition)

(with clear subtropical/tropical affinities) that can reach appropriate Northern habitats and survive on them (maybe the European populations reached these coasts during the last warm period along the Pleistocene). The species has been recorded in Portugal (Nuno Vasco sent this information). Nevertheless, a general study of material from different coasts should be interesting to determinate the variation range and also possible different species along such extended geographical range. Above, some characteristic cnidae and colour images are shown from different localities along West African coasts. The species *Ocenebra erinaceus* has been observed frequently on the base and in the body wall near the base of this species.

Anemonia sulcata (Pennant, 1777)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Imsouane beach and harbour, MMC-049, 8.xii.2001, intertidal platforms, mesolitoral with important populations (see biological sites and habitats), 8 specimens, greenish color with purple tips in tentacles, *Ocenebra crinaceus* may feed on the specimens, O. Ocaña leg. Moulay Bouzerktoum (30 km North Essauira), MMC-050, 7.xii.2001, upper mesolitoral, 2 specimens, O. Ocaña leg. Tan Tan beach, MMC-051, 8.iv.2001, mesolitoral, 2 specimens, O. Ocaña leg. Sidi Rahal beach, MMC-052, 29.vii.2000, mesolitoral, in big pools, 4 specimens, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-053, 2.viii.2000, intertidal, in pools, 5 specimens, red color, O. Ocaña leg. Sidi Ifni beach, MMC-054, 1.viii.2000, intertidal area with boulders and flat platform areas, in pools with sand and understones, 2 specimens, O. Ocaña leg. Dakhla, MMC-055, 19.ii.2012, intertidal area, rocky platform with stones, understones, 1 specimen, O. Ocaña leg.

Strait of Gibraltar coast of Morocco: Playa del Avión (área destruida por Tanger-Med), MMC-056, 11.ii.2001, under stones in stony bottom, shallow water, 0.5 m, 1 specimen, *Spurilla neapolitana* feeding on the column, O. Ocaña leg.

Mediterranean Morocco: Cala Iris, MMC-057, 29.ix.2001, 3 specimens, O. Ocaña leg., shallow waters, on rocky bottom, under stones.

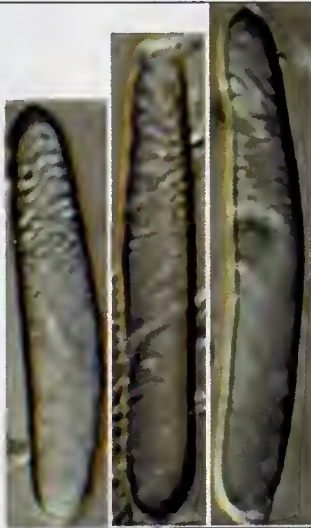
Remarks: The species is widely distributed along Morocco and Western Sahara.

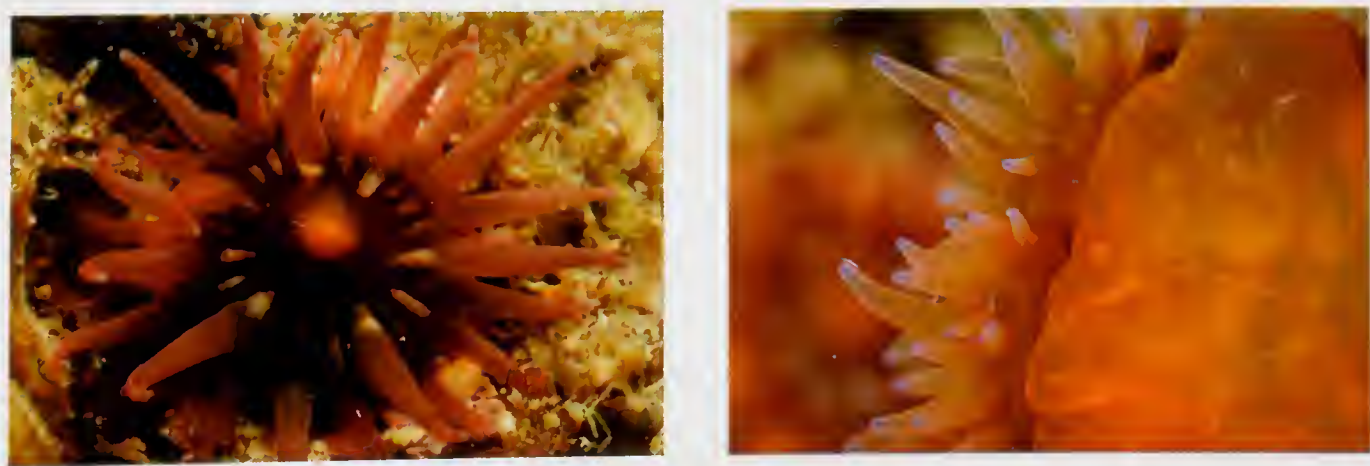
Anemonia melanaster (Verrill, 1907)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Dakhla, MMC-058, 19.ii.2012, intertidal area, rocky platform with stones, understones, 4 specimens, O. Ocaña leg. Dakhla, MMC-059, 23.ii.2012, shallow waters in rocky platform with stones, among rocky platform with algae and understones, 2 specimens, O. Ocaña leg.

Remarks: First record from Morocco, but only found in the extreme southern region near Mauritania. Also from Senegal there are some images of *A. melanaster*, and possibly the species may be distributed in the Gulf of Guinea. *A. melanaster* is the typical anphiatlantic species widespread in subtropical/tropical region (see OCAÑA & HARTOG, 2002), also found in the Azores (see WIRTZ *et al.*, 2003) and recorded in both shores of the Atlantic Ocean. The angular morphology of the homotrichs from the acrorhagies is very characteristic of this species.

Characteristics cnidae from acrorhagie of <i>Anemonia melanaster</i>	
Homotrichs	Spirulae o b-mastigophore
	 24,5 μ



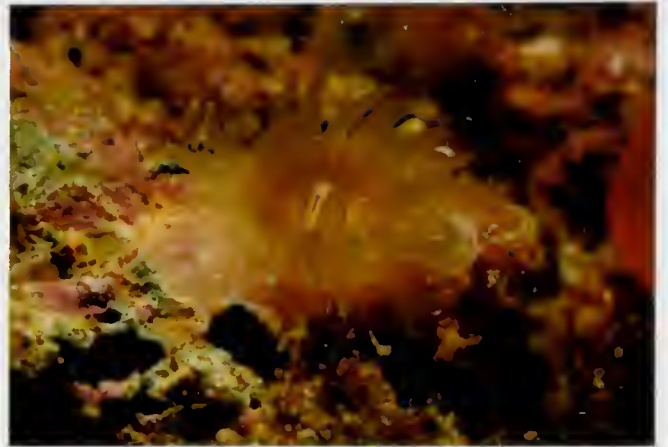
Anemonia melanaster from Dakhla (left); acrorhagie morphology (right).

Anthopleura thallia (Gosse, 1854)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

?*Anthopleura balli* Patriti, 1970:117. Just some external data; acrorhagie present in the material analyzed by the author.

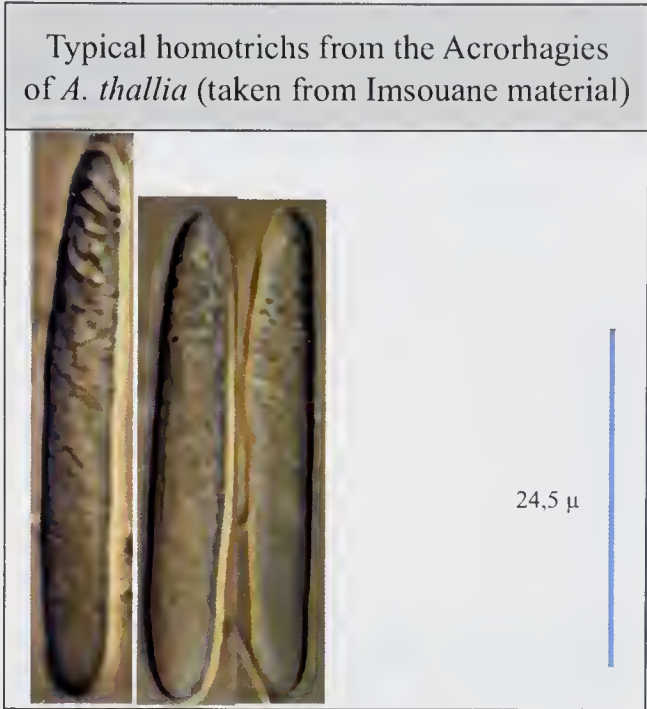
Material examined: Atlantic Morocco: Imsouane beach and harbour, MMC-060, 8.xii.2001, intertidal platforms, supralittoral pools, 5 specimens, color similar to the Canary Islands populations, O. Ocaña leg. Dakhla, MMC-061, 20.ii.2012, stony intertidal area, 2 small specimens, pinkish colum with dark capitulum in retracted conditions, Javier Martin Barrios leg. Dakhla, MMC-062, 19.ii.2012, intertidal area, rocky platform with stones, understones, 2 specimens, pinkish colum with dark capitulum in retracted conditions, O. Ocaña leg.



Anthopleura thallia from Dakhla.

Mediterranean Sea: Ceuta: San Amaro, MMC-063, 09.ix.2000, mesolitoral, in small pools, 7 specimens, O. Ocaña leg. Monte Hacho, South Bay, MMC-064, vi, 2001, mesolitoral, in small pools, 7 specimens, orange color in the column and white stripes in the disc, O. Ocaña leg.

Remarks: Colour and homotrichs from Acrorhagies are very important to recognize the species; this is the first record from Morocco. Patriti comments, on the material assigned to *A. balli* in his paper, exhibit the existence of acrorhagies in his material (small to medium size specimens) from Morocco. The common absence of acrorhagie in small to medium size specimens of *A. balli* advice us to have in mind that perhaps the specimens assigned to *A. balli* by PATRITI (1970) should be refered to *A. thallia*. After all, *A. balli* is extremely rare in Morocco (only found in the Strait of Gibraltar), meanwhile *A. thallia* is a quite common species along the Atlantic coast of Morocco.

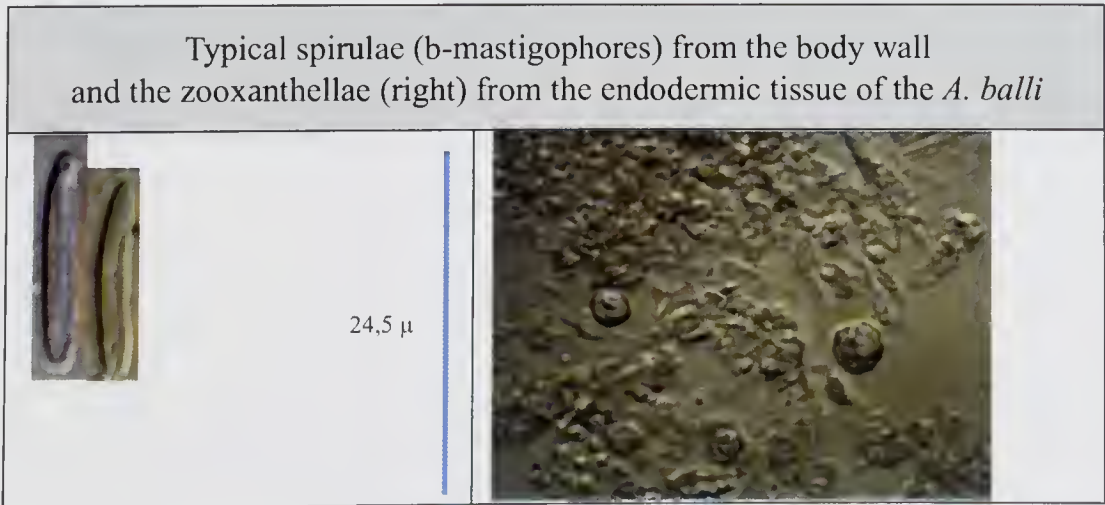


Anthopleura balli (Cocks, 1851)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002

Material examined: Strait of Gibraltar coast of Morocco: Playa del Avión (destroyed by Tanger-Med), MMC-065, 11.ii.2001, mesolitoral, understone, 2 specimens, O. Ocaña leg.

Remarks: The presence of zooxanthellae in the endodermic tissues of our material is one of the key character to recognized *A. balli* distinguishing from *A. thallia*. It is possible that Patriti was in confusion with *A. thallia*, a common species in the Atlantic of Morocco.



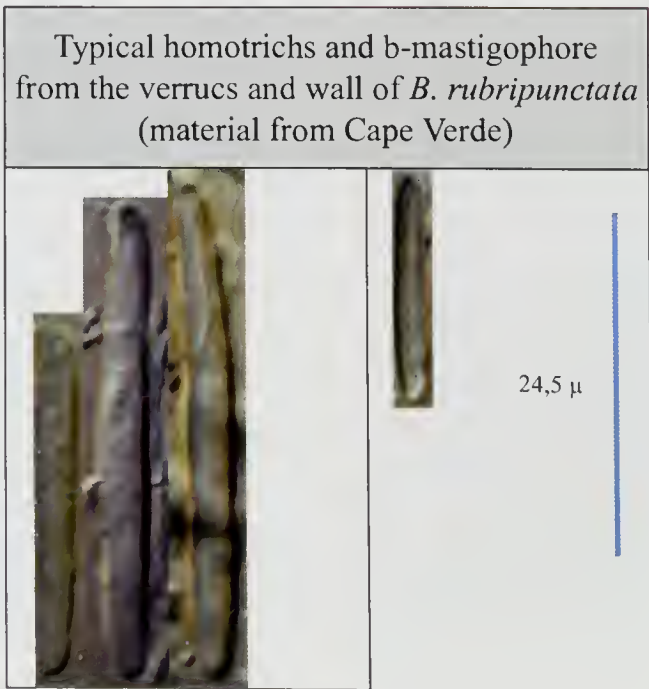
Bunodactis rubripunctata (Grube, 1840)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Moulay Bouzerktoum (30 km North Essauira), MMC-066, 7.xii.2001, mesolitoral centre and near infralitoral, 5 specimens, O.Ocaña leg. Tan Tan beach, MMC-067, 8.iv.2001, mesolitoral, under stone, 1 specimen, O. Ocaña leg. Oualidia, MMC-068, 6.iv.2001, mesolitoral, in pools, 2 specimens, O. Ocaña leg. Sidi Rahal beach, MMC-069, 29.vii.2000, mesolitoral, buried in the rocky platform and also in the pools, 4 specimens, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-070, 2.viii.2000, intertidal, burryed in sand, 2 specimens, O. Ocaña leg. Bhiha beach, MMC-071, 30.vii.2000, intertidal in pools, 1 specimen, O. Ocaña leg. Bhiha beach, MMC-072, 6.iv.2001, mesolitoral, pools and rocky platform, 3 speci-



Bunodactis rubripunctata. One specimen from Dakhla, it was not collected.



mens, O. Ocaña leg. Cape Verde Islands: MMC-073, 15.viii.2002, intertidal in crevices under calcareous algae at coastal clift, 2 specimens, redish colour, O. Ocaña leg.

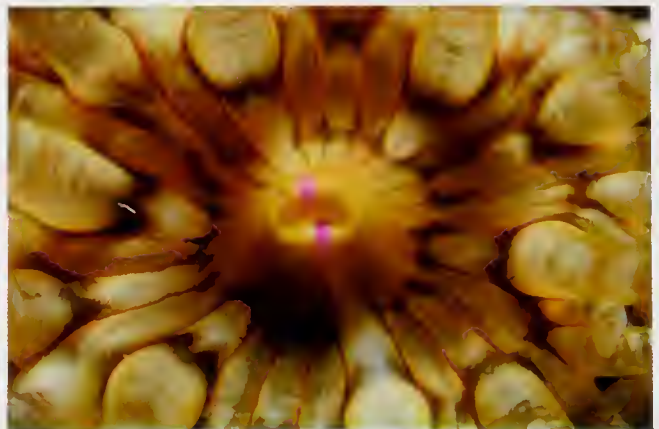
Mediterranean, Ceuta: Monte Hacho, South Bay, MMC-074, vi, 2001, mesolitoral, in small crevice, 1 specimen, near *A. schmidtii* and *A. thallia*, O. Ocaña leg.

Remarks: The species was previously recorded from Morocco (see OCAÑA & HARTOG, 2002), and now we add the collection data and distribution along the North African coast. The species has been found at the Cape Verde Islands for the first time, so it is quite possible its presence along the tropical coast of West Africa. The distribution pathern followed by this species is similar to what is known for *B. biscayensis*.

Bunodactis verrucosa (Pennant, 1777)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-075, 6.ix.2002, mesolitoral, crevice in small pool, 2 specimens, O. Ocaña leg. Tan Tan beach, MMC-076, 8.iv.2001, mesolitoral, understone, 2 specimens, O. Ocaña leg. Bhaibeh beach, MMC-077, 30.vii.2000, intertidal in pools, 5 specimens and



Bunodactis verrucosa from Dakhla.

2-3 juvenils, O. Ocaña leg. Bhaibeh beach, MMC-078, 6.iv.2001, mesolitoral, partially buried in pools, 2 specimens, O. Ocaña leg. Dakhla, MMC-079, 23.ii.2012, mesolitoral, understone in rocky platform with sediment, 1 specimen, O. Ocaña leg.

Remarks: The species was previously recorded from Morocco (see OCAÑA & HARTOG, 2002) and now we add the collection data and distribution along the North African coast.

Actinostella cf. flosculifera (Lesueur, 1817)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Remarks: The images show typical characters of this species, remarking the two faces (day and night) showed by *A. flosculifera*, although studying the material is the only way to confirm the presence at Cape Verde Islands; we can not reject the presence of more than one species along the North African coast. This is apparently the first record from Cameroon, Senegal and Cape Verde Islands. The species is typically found in bottoms with sediment and stones and also can tolerate important quantities of organic matter dissolved in the water (first author personal observation in Cuba Island).



Actinostella cf. flosculifera from Cape Verde (CANCAP).



Actinostella. cf. flosculifera, shallow waters, Cameroon, P. Wirtz.

Andresia partenopea (Andres, 1884)

Ilyanthus partenopeus Andres, 1884: external morphology and colour varieties, drawings based on acuarian specimens. Gulf of Naples, Mediterranean.

Andresia parthenopea Carlgren, 1949: 33; just the family and genus diagnosis and references.

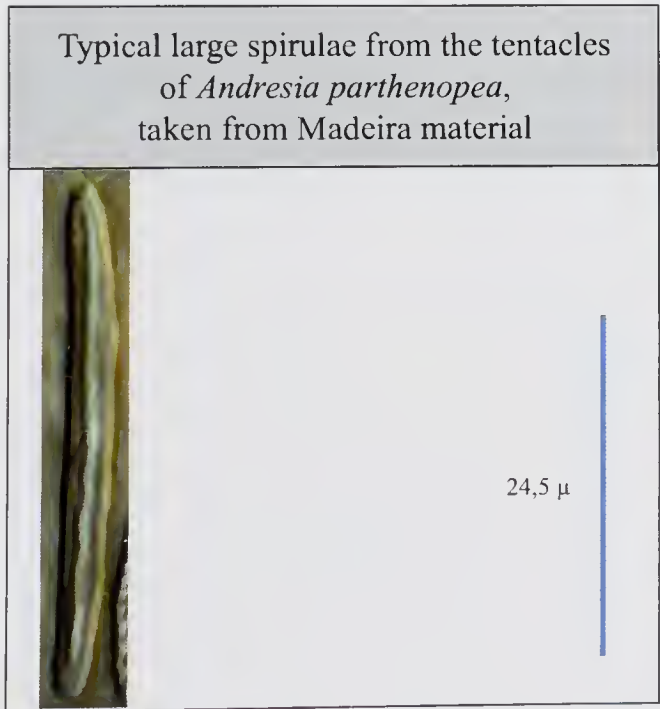
Andresia partenopea Schmidt, 1972: 61-63; complete description and cnidome data, high quality black and white underwater images. Atlantic and Mediterranean distribution.

Andresia partenopea den Hartog & Ates, 2011: 33-34 the paper includes cnidome data and references but not images. Ría de Arosa, Galicia. Also referenced for Atlantic coast of France and even Eastern Mediterranean.

Andresia parthenopea Wirtz, 2013. Just the record and an underwater image of the species in its habitat. Madeira.

Material examined: Madeira, Quinta do Lorde marina, near Caniçal, MMC-080, ii.2006, 18 m, sand bottom, 1 specimen, P. Wirtz leg.

Remarks: *A. parthenopea* (= *A. partenopea*) has been recorded recently in Madeira Archipelago (see Wirtz, 2013). We include some images from the Canaries that may belong to this species although morphological confirmation is needed, this can be first record from the Canaries and also from Senegal. The species is possibly spread along the North African Atlantic coast.



Andresia cf. *partenopea* from Gran Canaria (Sanchez Cuervo).

***Phelliactis hertwigi* Simon (1892)**

Material examined: Tenerife, Candelaria, Canary Islands, MMC-081, 20.xii.2011, lost fishing basket, 400 meters deep, 3 specimens, Javier Martín Barrios leg.

To check synonymous list see Riemann-Zürneck, 1973; Ocaña & den Hartog, 2002.

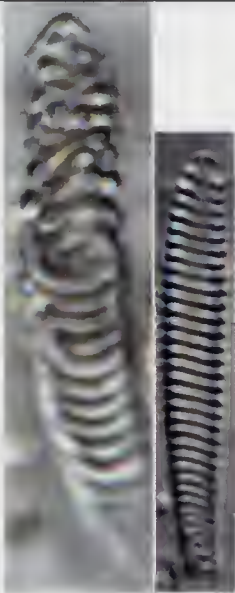
Remarks: The species had been recorded in the Canaries previously (CARLGREN, 1934; OCAÑA & HARTOG, 2002), but life observations and cnidome study are included to complete the information gathered by RIEMAN-ZÜRNECK in 1973 (see below). *P. hertwigi* has been recorded and studied under different taxonomical names. STEPHENSON (1918) (also GRAVIER, 1922) did not succeed in recognizing the species previously described by Simon in 1892, and perhaps their descriptions are not well pointed to the species identification as it happens nowadays, but the habitus drawings (see STEPHENSON, 1918: plate XV figure 3), and even the black and white images, allow us to recognize some important characters of the species (see GRAVIER, 1922: planche IV, fig., 39) that can be also noticed in the new colour images printed here. Although some external characters are not exclusively found in *Phelliactis* but in others hormathidae species, the constant presence of “thickened white aboral swellings of mesogloea” in the tentacles is well described by STEPHENSON (1918) and others authors. CARLGREN (1942) includes in his description of *P. hertwigi* a good sintesis of the color features showed by the species. *P. hertwigii* may include a number of closer species grouped by the shape and the presence of six couples of perfect mesenteries; other characteristics should differentiate the species included in such group, as in the case of *P. capricornis* and *P. pelophila* (see RIEMAN-ZÜRNECK, 1973). Although the lack of pointed descriptions are an extended fact in the genus, some species (see *P. coccinea* and *P. pulchra* listed by RIEMAN-ZÜRNECK, 1973) may be synonymous of *P. hertwigi*. The wide external variability, apparently showed by this species, make difficult its identification; often this variability is not well understood, being more than one species mixed up under the same name (see RIEMAN-ZÜRNECK, 1973). Cnidom characters (measurements, location and morphology) are usefull descriptors also in this genus. *P. michaelsarsi* present quite different measurements in the cnidom of the acontiae, much more smaller in *P. hertwigi* (see RIEMAN-ZÜRNECK, 1986). *P. incerta* from the gulf of Cádiz is included by RIEMAN-ZÜRNECK (1973) in the synonymous list of *P. hertwigi*; the similarities are obvious, even in the cnidom generalities, but the long and thick penicillie found in the tentacles (see CARLGREN, 1934: 15) is not present in *P. hertwigi* (see RIEMAN-ZÜRNECK, 1973: 297; see our cnidom data). A cnidom comparison between the species of *Phelliactis* is usefull for taxonomical purposes, not only the measurements but also the morphology can show some differences; the enlarged and curved spirulae type from tentacles is something typical from *P. hertwigi* and apparently unknown in other species of the same genus with printed cnidom images (see RIEMAN-ZÜRNECK, 1973 and 1986).

Supplementary information after RIEMANN-ZÜRNECK paper in 1973: New data about the cnidom, the colour and habitus of the Canary Island specimens are included in

the present paper. Very few information is known from the bathyal bottoms around the Canaries, so it is possible that *P. hertwigi* can be locally abundant. Three specimens from the South of Tenerife were collected in 2011; body measurements are similar to the specimen showed by CARLGREN (1910) and collected North East off Fuerteventura. The enlarged and curved spirulae with short shaft from tentacles can be a pointed character in order to distinguish *P. hertwigi* from others of the same genus. The cnidom measurements and categories showed in this paper are widely consistent with what was known for *P. hertwigi* (see CARLGREN, 1942; RIEMAN-ZÜRNECK, 1973). The presence of large spirulae in the body wall should be due to a contamination from the acontia.



Phelliactis hertwigi from Tenerife.

<i>Phelliactis hertwigi</i>					
Tentacles			Pharynx		Filaments
Spirocysts	Spirulae		Spirulae	Penicilli	Spirulae Penicilli
					 

<i>Phelliactis hertwigi</i>		
Acontiae	Body wall	
Spirulae	Spirulae	Penicilli
		 24,5 μ 

Tissue	Nematocysts type	Range of length and with of the nematocysts capsules in μm	Frequency
Acontias	Spirulae	$(19-23) \times (2)$	c-rc
	Spirulae	$(30-40) \times (3-4)$	vc
Tentacles	Spirulae	$(10-16) \times (1.5-2)$	r
	Spirulae	$(33-35) \times (4)$	uc-rc
	Spirulae	$(30-45) \times (3-4)$	c
	Spirocysts	$(35-50) \times (5-8)$	vc
Pharynx	Penicilli	$(32-35) \times (4)$	c
	Spirulae	$(30-36) \times (3-4)$	c
Filaments	Penicilli	$(25-30) \times (4)$	c
	Spirulae	$(13-15) \times (2)$	rc
	Spirulae	$(30-34) \times (3-4)$	c
Body wall	Penicilli	$(27-36) \times (3.5-4)$	rc
	Spirulae	$(35-36) \times (3)$	uc
	Spirulae	$(10-20) \times (1.5-3)$	c-vc

Adamsia carciniopados (Otto, 1823)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002

Material examined:Mediterranean Morocco: M’dik harbour, MMC-082, 10.ix.2001, 1 specimen, collected from the fishermen nets, O. Ocaña leg.

Remarks: The species was previously recorded from Morocco (see OCAÑA & HARTOG, 2002), we have observed specimens in the Essauria harbour and Bhaibeh beach (Atlantic Morocco).

Calliactis parasitica (Couch, 1838)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Western Sahara: Dakhla, MMC-083, Febreary, 2012, 6 specimens, collected from the fishermen nets, O. Ocaña leg.

Remarks: The species was previously recorded from Morocco (see PATRITI, 1970 and also OCAÑA & HARTOG, 2002), we also observed specimens in the Bhaibeh beach in the fishermen nets.



Calliactis parasitica from Mauritania (CANCAP).

Hormathia cf. coronata (Gosse, 1858)

Bunodes coronata Gosse, 1860: 202-204, general description and color details. Plate VII, fig. 4 shows a very characteristic drawing of such species.

Hormathia coronata, Stephenson, 1935: 269-275, general description including anatomical details and some data about cnidome.

Hormathia coronata, Carlgren, 1949: 92, main references and distribution, up to 90 meters.

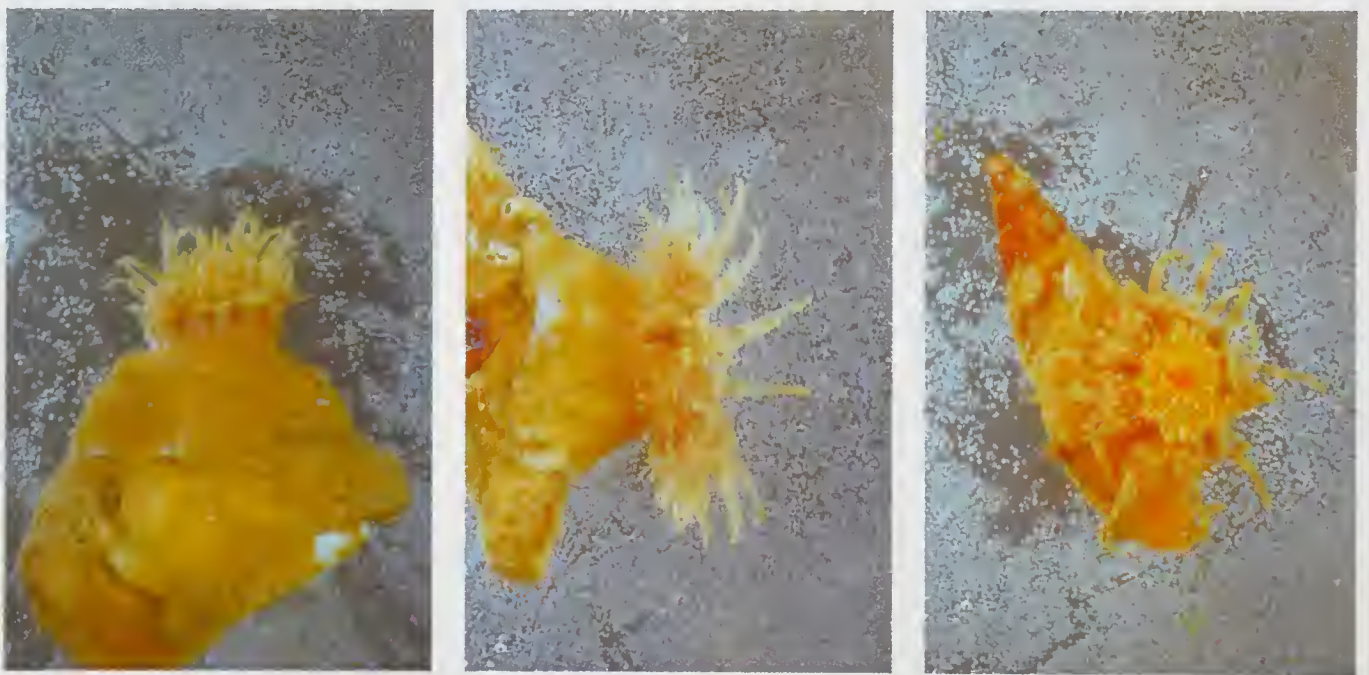
Hormathia coronata, den Hartog, 1977b: 237-244, remarks about the slightly differences among *H. coronata*, *C. brodricii* and *P. expansa*; cnidome images, plate II.

Hormathia coronata, Schmidt, 1972: 29-32, general and anatomical description, cnidome and hábitat information, Abb 20.

Hormathia coronata, Manuel, 1981 y 1988: 166-167, external descriptions, hábitat and distribution, fig. 57.

Hormathia coronata, Tur, 1989: 87-94, general and anatomical descriptions, cnidome measurements and drawings of them, figs. 19, 20 and Lámina II fig. e.

Remarks: The images show the typical shape and color pattern of the species *H. coronata*, although the material should be studied before its definitive identification.



Hormathia cf. coronata from Mauritania (CANCAP).

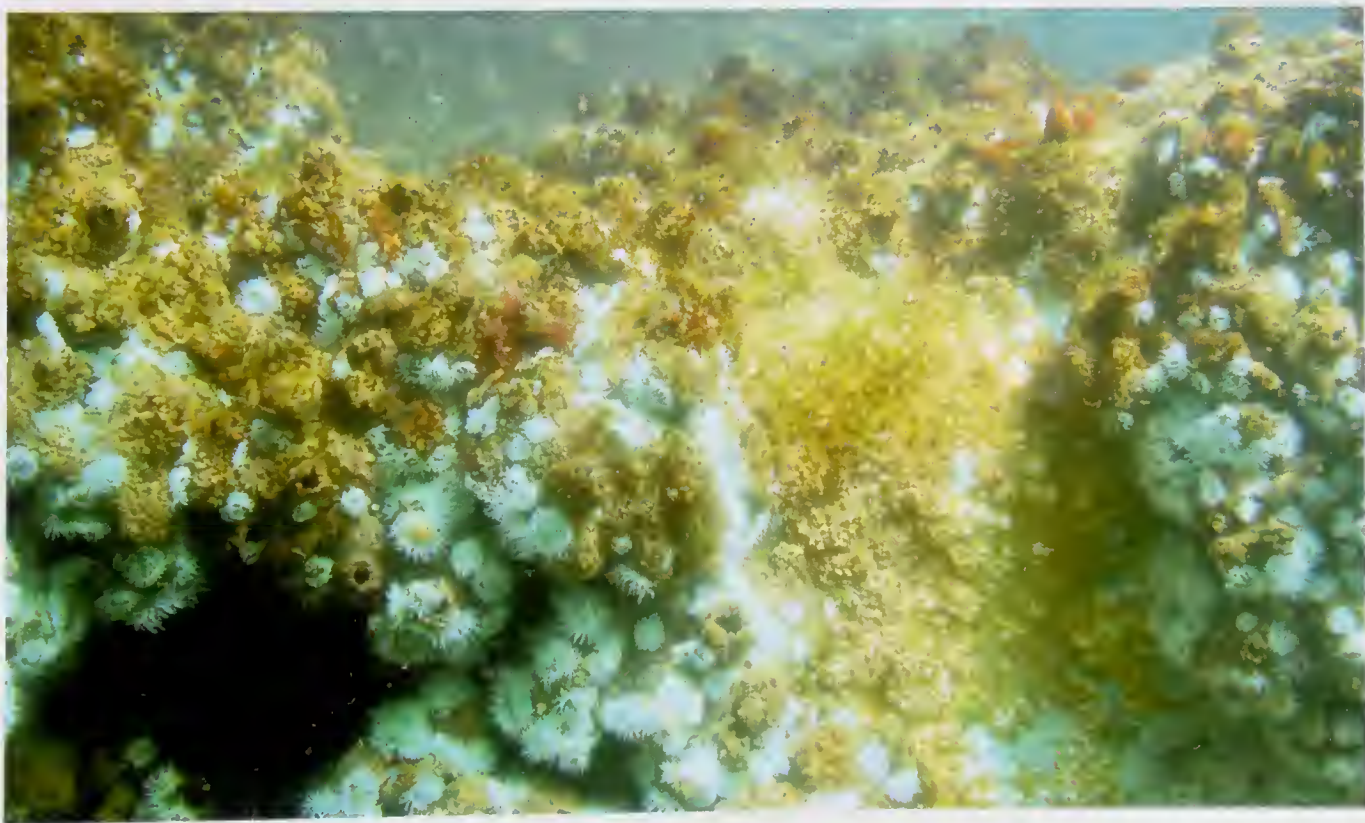
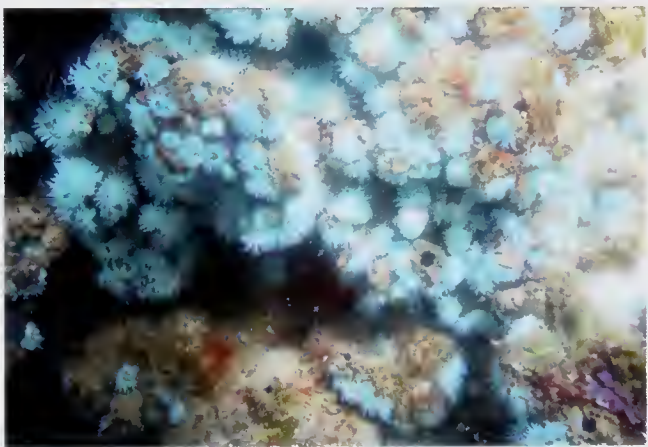
Actinothoe sphyrodeta (Gosse, 1858)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Imsouane beach and harbour, MMC-084, 8.xii.2001, intertidal platforms, in the mesolitoral channels and shadow places with water movement, 25-28 specimens, whitish color with green stripes in the column, O. Ocaña leg. Tan Tan beach, MMC-085, 8.iv.2001, mesolitoral and infralitoral in shallow waters, 20-30 specimens, O. Ocaña leg. Bhaibeh beach, MMC-086, 6.iv.2001, mesolitoral, pools, also shallow infralitoral, 5 specimens, O. Ocaña leg. Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-087, 2.viii.2000, near infralitoral on mussels reefs and understones in the rocky platform, also in shallow waters till 10 meters deep, whitish tentacles and column with green longitudianal stripes, numerous specimens of small size, O. Ocaña leg.

Strait of Gibraltar coast of Morocco: Playa del Avión (destroyed by Tanger-Med), MMC-088, 11.ii.2001, understone in stony bottom, shallow waters, 0.5 m, 1 specimen, O. Ocaña leg.

Remarks: The species has been previously recorded from Morocco (see PATRITI, 1970). This is a common species along the shallow infralitoral and it is also present in large mesolitoral pools.



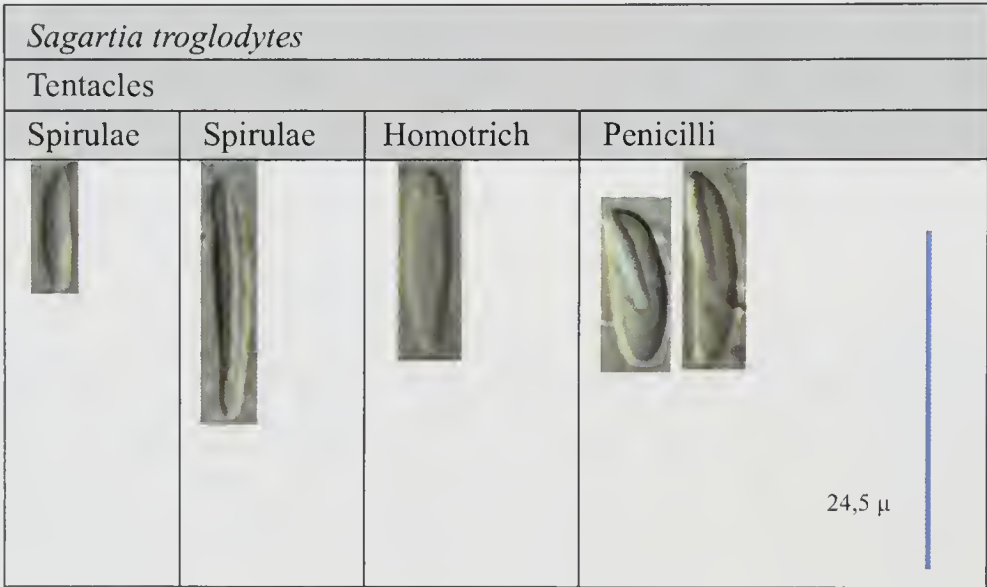
Actinothoe sphyrodeta from Sidi Ifni.

Sagartia troglodytes (Price, 1847)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Insouane beach and harbour, MMC-089, 8.xii.2001, intertidal platforms, supralitoral pools, 6 specimens, close to *A. thallia*, *A. schmidt*i and *B. biscayensis*, O. Ocaña leg.

Remarks: This is the first record from Morocco. The species has been recently recorded from Madeira (see WIRTZ, 2013). Typically, the species present in the tentacles several nematocysts capsules: two spirulae, one penicilli and one homotrich.



Cereus pedunculatus (Pennant, 1777)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Oualidia, MMC-063, 06.iv.2001, upper mesolitoral and supralitoral pools, buried in sand, 6 specimens, red and green colours, O. Ocaña leg.

Mediterranean Morocco: Cala Iris, MMC-090, 29.ix.2001, 4 specimens, O. Ocaña leg., shallow waters, 0.5 m, under stones, partially buried in sand.

Remarks: This species was recorded previously from Morocco (see OCAÑA & HARTOG, 2002).

Aiptasia couchii (Cooks, 1851)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Mediterranean Morocco: Cala Iris, MMC-091, 29.xii.2001, 3 specimens, O. Ocaña leg., shallow waters, 1 m, under stones.

Remarks: A morphological revision of the genus *Aiptasia* and the Aiptasiidae family has been recently published (see GRAJALES & RODRÍGUEZ, 2014), and the previous species *Aiptasia mutabilis* have split up in two different species: *Aiptasia couchii* and *Aiptasia mutabilis*. *A. mutabilis* is restricted to the Mediterranean but *A. couchii* is widely distributed along the North East Atlantic and also the Mediterranean. *A. couchii* had been recorded previously from Morocco (see PATRITI, 1970).



Aiptasia couchii from Agadir bottoms.

Aiptasiogeton hyalinus (Delle Chiaje, 1825)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Imsouane beach and harbour, MMC-092, 8.xii.2001, intertidal platforms, mesolitoral chanel, growing inside big *Balanus* sp., 1 specimen, O. Ocaña leg.

Remarks: The species has been recorded previously from Morocco (see OCAÑA & HARTOG, 2002). It was exclusively found in Imsouane. The species is apparently also present in Mauritany but it should be confirmed checking the material from CANCAP expedition.



Aiptasiogeton hyalinus cf. from Mauritanian coast (CANCAP).

Bellactis caeruleus Ocaña, den Hartog & Brito new species

Material examined: Holotype, MMC-19, Cape Verde Arquipelago: Tarrafal, Sao Tiago, 15.viii.2002, 8 meters deep, small crevices in stony bottoms with sand, partially buried in sand, 0.8 cm high $\times$ 1 cm broad semi-retracted specimen, dissected and stained, O. Ocaña leg. Paratype; MMC-20, 0.7 cm high $\times$ 0.5 cm broad, semi-retracted specimen sectioned and stained for anatomical purposes. Paratype, MMC-21, 0.8 cm high $\times$ 0.8 cm broad, semi-retracted specimen with numerous acontiae. Paratype, MMC-22, 0.5 cm high $\times$ 1 cm broad, retracted specimen. Paratype, MMC-23, 0.4 cm high $\times$ 1 cm broad, strongly retracted specimen, pedal laceration abundant. Paratype, MMC-24, 0.4 cm high $\times$ 0.3 cm broad, very small semi-retracted specimen. Paratype, MMC-25, specimen inside hydrocoral.

Diagnosis: Measurements in fixed conditions: 1 cm high $\times$ 1 cm broad; one small specimen measured 0.4 cm high $\times$ 0.3 cm broad. External anatomy and colour. Up to 120 short pointed tentacles grouped in six cycles on a lobed capitulum (one small specimen shows four cycles). Short column in fixed conditions but surely it can be expanded considerably as it usually happens in the species of this family. Irregular base with evident pedal laceration processes. Colum grey, disc and tentacles are blue coloured with some ochreous spots in the tentacles; white acontia. Microanatomy: Two first cycles macrocnemes with well developed restricted retractors, two microcnemes cycles without muscular development. Folded pharynx with two enlarged syphonoglyphs. Numerous acontia, cinclides disposed around the base and also in the scapus. Sphincter absent; well-developed restricted retractors showing reniform to enlarged morphology; parietobasilar poorly developed and exclusively observed in the two first cycles. Upper part of the column with a thinner ectoderm and mesogloea present the mesogloea and ectoderm thinner than in the scapus, margin tentacular. Zooxanthellae present in the endoderm tissue and specially concentrate in the tentacles and column endoderm.

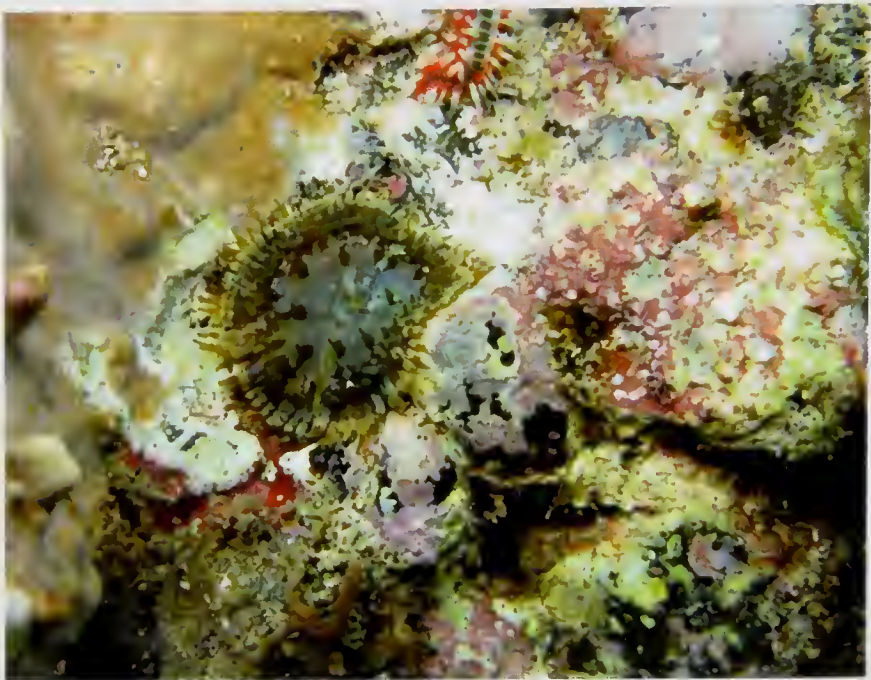
Cnidom. A survey of the cnidom is summarized in the table II. See remarks too.

Etymology: The name remarks the conspicuous blue color present in this new species.

Habitat and distribution: The species was exclusively recorded in Tarrafal (Sao Tiago Island) in the Cape Verde Archipelago although it should be widely distributed in the islands. *B. caeruleus* was found in 10 meters bottom, and in all the samples observed, the pedal disc and column were located inside stones, hermatypic scleractinian and fire coral holes. The new species was found also near some colonies and individuals of *Balanopsammia wirtzi*.

Remarks: This is one of the two species of the genus *Bellactis*. Indeed both species are very close (*B. ikalyseae* and *B. caeruleus*), but some significative differences are enough to distinguish them. Color is quite different but very little is known about this character in the genus. Anatomically, both species are very similar but there are much more tentacles in *B. ikalyseae* (up to 204) than in *B. caeruleus* (up to 120), also the retractors of *B. caeruleus* are slightly more extended than in *B. ikalyseae*. We do not observe sphincter under binocular, using staining “in toto” although it is possible its presence searching histological sections. Pedal laceration is very evident in the studied species in this article; meanwhile asexual reproduction is pending to be confirmed in the case of *B. ikalyseae* (see GRA-

JALES & RODRÍGUEZ, 2014). Nevertheless, the most relevant and consistent differences can be observed searching the cnidom: large penicilli (p-mastigophore) from the pharynx, larger in *B. caeruleus* than in *B. ikalyseae*, there is also an extra penicilli category in the pharynx of *B. caeruleus*, apparently absent in *B. ikalyseae*; tentacles of *B. caeruleus* have two different categories of spirulae (basitrichs or b-mastigophores), meanwhile one categorie can be observed in *B. ikalyseae* (see GRAJALES & RODRÍGUEZ, 2014). In addition, large penicilli of the acontia are larger in *B. ikaluseae* than in *B. caeruleus*; the morphology of the large Penicilli from the filaments of *B. ikalyseae* (see GRAJALES & RODRÍGUEZ, 2014) is quite different in *B. caeruleus*.



Bellactis caeruleus new species, Tarrafal, Sao Tiago (Cape Verde Islands). P. Wirtz

Tissue	Nematocysts type	Mean and range of length and with of the nematocysts capsules in μm	Number of capsules measured	Frequency
Acontias	Spirulae	27 (28-33) $\times$ 1.6 (1-2)	30	c
	Penicilli	14 (11-15) $\times$ 2.4 (2-3)	20	rc
	Penicilli	67.3 (63-73) $\times$ 7 (6-8)	25	c
Tentacles	Spirulae	13.8 (10-19) $\times$ 2.5 (2-3)	30	c
	Spirulae	18.5 (14-22) $\times$ 2.5 (2-3)	40	vc
	Penicilli	22 (15-27) $\times$ 2.5 (2-3)	35	vc
	Spirocysts	(12-20) $\times$ (2-4)		vc
Pharynx	Spirulae	19.8 (17-22) $\times$ 2.6 (2-3)	25	rc-c
	Penicilli	14.2 (12-16) $\times$ (2)	8	uc
	Penicilli	33.8 (28-45) $\times$ 4 (3.5-4.5)	35	c-vc
Filaments	Spirulae	11.7 (10-14) $\times$ 2.2 (2-3)	15	c-rc
	Penicilli	10.8 (10-13) $\times$ 2.4 (2-4)	20	c-rc
	Penicilli	30.2 (19-35) $\times$ 4.8 (3-5)	30	c
Body wall	Spirulae	11 (8-15) $\times$ 1.6 (1.5-3)	40	vc
	Spirulae	24.3 (18-30) $\times$ 3.8 (3.5-4)	30	c-vc
	Penicilli	18.1 (15-20) $\times$ 3.8 (3-4)	25	c-vc

<i>Bellactis caeruleus</i>		
Pharynx		
Spirulae	Penicilli	Penicilli
		 24,5 μ

<i>Bellactis caeruleus</i>		
Body wall		
Spirulae	Spirulae	Penicilli
		 24,5 μ

<i>Bellactis caeruleus</i>		
Filaments		
Spirulae	Penicilli	Penicilli
		 24,5 μ

Family ISOPHELLIIDAE Stephenson, 1935

Telmatactis elongata (Delle Chiaje, 1825)

To check synonymous list see Ocaña & den Hartog, 2002.

Material examined: Atlantic Morocco: Sidi Ifni, Legzira beach, MMC-093, 2.viii.2000, mesolitoral in crevices from small pools, 2 specimens, O. Ocaña leg. Sidi el Abed, South of el Jadida, MMC-094, 30.vii.2000, mesolitoral in crevices, 2 specimens, O. Ocaña leg. Strait of Gibraltar coast of Morocco: Playa del Avi3n (destroyed by Tanger-Med), MMC-095, 11.ii.2001, mesolitoral exposed, in crevices, 1 specimen, O. Ocaña leg.

Remarks: The species had been recorded previously from Morocco (see OCAÑA & HARTOG, 2002). The species is widely known as *Telmatactis forskalii*.

Family DIADUMENIIDAE Stephenson, 1920

Diadumene leucolena (Verrill, 1866)

To check synonymous list see Ocaña and den Hartog, 2002.

Remarks: We had already recorded the species from Senegal (see OCAÑA, 1994; OCAÑA & HARTOG, 2002). We include some new images, showing the color of column and tentacles.



Diadumene leucolena from Senegal (CANCAP).

Orden SCLERACTINIA Bourne, 1900

Family DENDROPHYLLIIDAE Vaughan & Wells, 1943

***Dendrophyllia laboreli* Zibrowius & Brito, 1984**

Dendrophyllia laboreli Zibrowius & Brito, 1984: 641-657, plates 1 and 2.

Dendrophyllia laboreli, Brito y Ocaña, 2004: 431-434, Lámina 101, figs. 61 and 68

Dendrophyllia laboreli, López-González, Megina, Martínez, Gómez, Arroyo, Fernández-Casado & Tamsouri, 2010: 1-4 pp, color plate.

Dendrophyllia laboreli, Ocaña, Herrera, Brito, Garrido, González-Lorenzo, Monterroso & Aguilar, 2011: 53-68, 8 figs., 2 tables.

Material examined: see Ocaña *et al.*, 2011.

Remarks: In the Mediterranean, this species is exclusively known from Cabo Negro in the coast of Morocco.



Dendrophyllia laboreli from Cabo Negro (Morocco).

***Dendrophyllia cornigera* (Lamarck, 1816)**

To check synonymous list see Zibrowius, 1980.

Material examined: M'Dik, MMC-096, 35°41'15.25"N 5°16'23.65"W, 05.vii. 2007, part of a colony collected by fishermen, O. Ocaña leg; Safi, MMC-097, 26.xii.2004, small colony collected by fishermen, O. Ocaña leg.



Dendrophyllia cornigera. Two colonies from Safi (left) and Cabo Negro (right).

Remarks: *Dendrophyllia cornigera* was already known from the Atlantic coast of Morocco (see ZIBROWIUS, 1983) and this is the first time recorded in the Mediterranean coast.

***Dendrophyllia ramea* (Linné, 1758)**

To check synomimous list see Zibrowius, 1980.

Material examined: Jorf Lasfar (El Jadida), MMC-098, , 22.xii.2010, medium size colony collected by the fishermen, O. Ocaña leg.; Asilah, MMC-099, 15.vi. 2005, a big colony collected by fishermen, O. Ocaña leg.

Remarks: *Dendrophyllia ramea* was already known from Atlantic coast of Morocco (see Zibrowius, 1983) and shows a wide range of distribution in the North Atlantic region (see ZIBROWIUS, 1980; BRITO & OCAÑA, 2004).

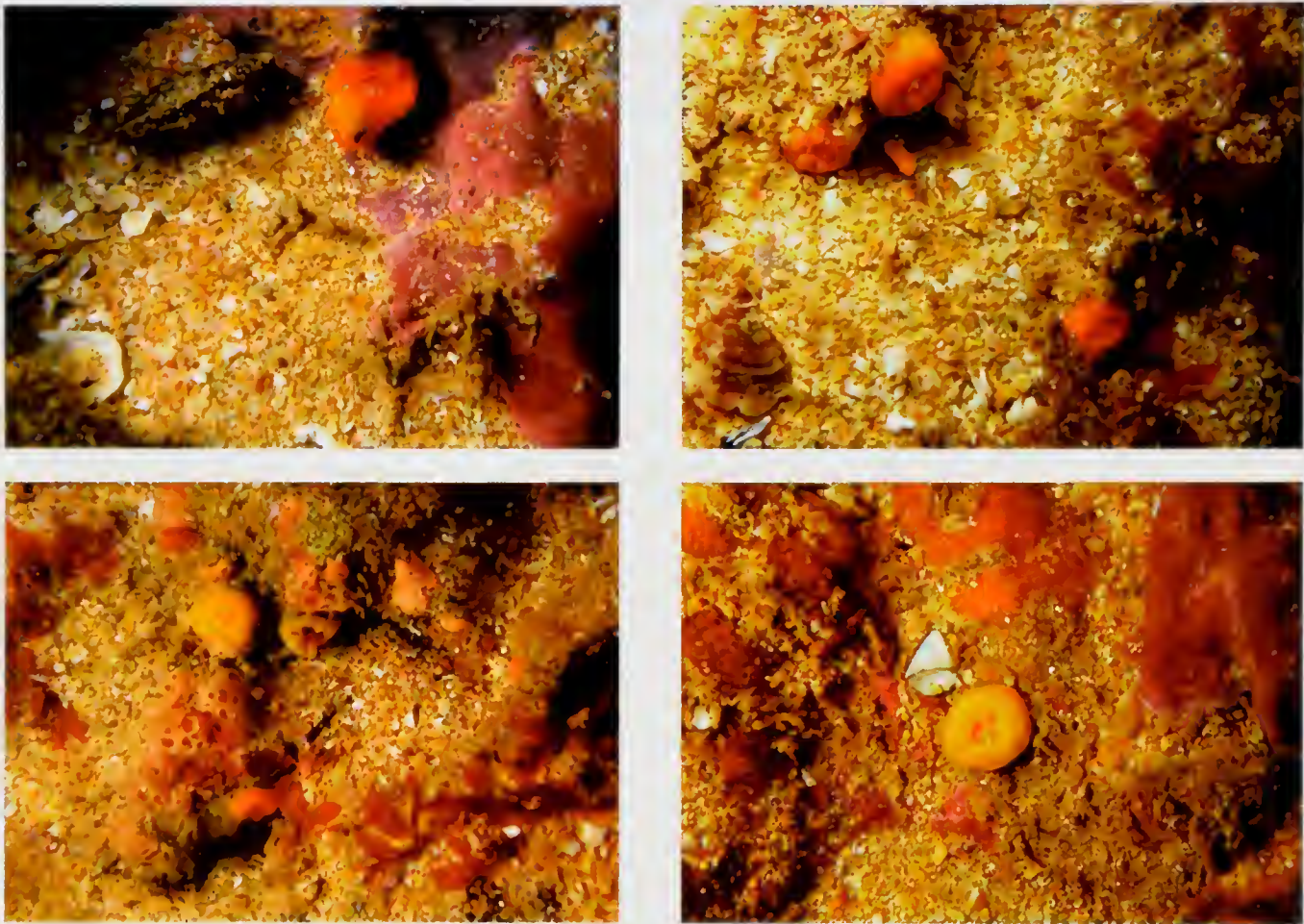
***Balanophyllia regia* Gosse, 1860**

To check synomimous list see Zibrowius, 1980.

Material examined: Oualidia, MMC-100, 02.i.2013, two specimens collected in a big intertidal pool, with strong waves influence, O. Ocaña leg.

Remarks: *B. regia* was already recorded from Tanger and Mohammedia, in the Atlantic coast of Morocco (see ZIBROWIUS, 1983), and shows a wide range of distribution in the

North Atlantic region (see ZIBROWIUS, 1980; BRITO & OCAÑA, 2004). The species was found in the same habitat of *A. macrodentata* and it is not easy to be found in the intertidal or shallow waters because the excessive sedimentation observed along the Atlantic coast; nevertheless, it should be present in special sites with some protection from the waves action. We find them in the shadow part of a wide pool, with good environmental conditions and interesting benthonic assemblages. We found the two color varieties (yellow and orange), but the orange one is most common. The parasitic barnacle *Megatrema anglicum* was commonly observed in several specimens.



Balanophyllia regia from Oualidia (Morocco).



Balanophyllia regia from Oualidia (Morocco).

We have received some images from Cape Verde Islands showing the typical characters of this species, so the species should be present in the Archipelago; nevertheless, to confirm its presence is necessary to check some material.



Image from Cape Verde, Boa Vista, P. Wirtz.

Balanopsammia wirtzi Ocaña & Brito, 2013

Material examined: Cape Verde Islands, Sao Vicente, MMC-101, 08.xi.2014, intertidal, two small specimens, P. Wirtz leg.; Tarrafal, Sao Tiago, MMC-102, vii, 2008, 3 specimens and one small colony of three polyps, in formaline, P. Wirtz leg; MMC-127, 03.ix.2015, 3 specimens, red colour, P. Wirtz leg.

Remarks: The description can be checked at OCAÑA & BRITO (2013). We just include in this paper some extra material of this new species.



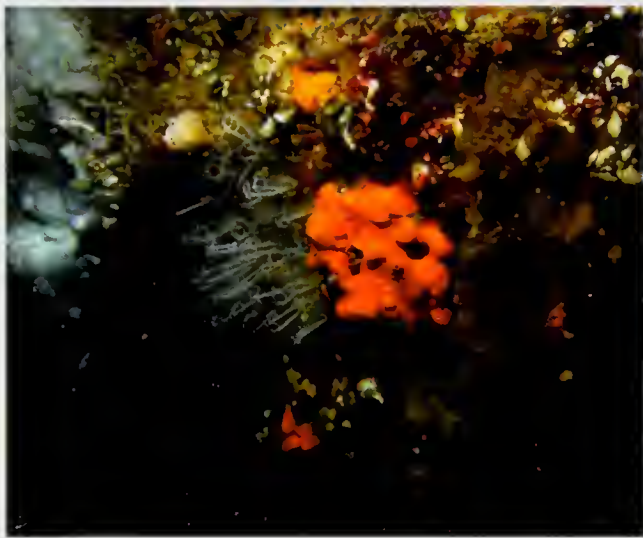
Balanopsammia wirtzi from Buracona (Sal), A. Brito.

Astroides calycularis (Pallas, 1766)

To check synonymous list see Zibrowius, 1980.

Material examined: Cape Spartel, Tanger, MMC-103, 15.ix.2010, 5 colonies, O. Ocaña leg.

Remarks: The species has been previously recorded in Morocco, at Cape Spartel near Tanger (see ZIBROWIUS, 1980; OCAÑA, 2005; and MERINO-SERRAIS *et al.*, 2012) and now we include some information and images about the habitat. In shallow waters (up to 8 meters deep) the species is not abundant and generally restricted to some shadow places as vertical walls, ruffs and small caves. The algae carpets are very important in the area, covering most of the rocky substrate. From 15 to 20 meters deep there are also *Astroides calycularis* populations associated to *Lithophyllum expansum*. We suspect the species may be spread between this site and Asilah region but it needs to be confirmed. The genetic structure of this population has been recently studied (see MERINO-SERRAIS *et al.*, 2012).



Astroides calycularis from Cape Spartel (Morocco).

Tubastrea caboverdiana Ocaña & Brito new species

Material examined: Coll. MMC-26: 10 meters, in rocky substrate on a ruff of a tunnel, King Fish, Tarrafal, Sao Tiago Island, Cape Verde Islands, O. Ocaña leg., 15/08/2002, yellow color, one colony, Holotype; Coll. MMC-27: infralitoral, Inv. 97, c-28, Gran Canaria University expedition to Cape Verde Islands, LIFE project, one colony, Paratype; Coll. MMC-28: 10 meters, in rocky substrate on a ruff of a tunnel, King Fish, Tarrafal, Sao Tiago Island, Cape Verde Islands, O. Ocaña leg., 15/08/2002, one colony, Paratype; MMC-29: 6 m, rocky substrate on a shadow ruff, Quebra Canela, Praia, Sao Tiago, A. Brito leg., 1986, one rounded colony, Paratype; MMC-30: 4 m, shadow vertical walls, Buracona, Sal, A. Brito leg., 18/07/2014, dry colony with the soft tissues not removed, one rounded colony, Paratype; MMC-31: Sao Vicente, 6.xi.2014, small ramified colony, Peter Wirtz leg., Paratype; MMC-32: Buracona, Sal, 18.vii.2014, 4 m, shadow wall, A. Brito leg., one small ramified colony, Paratype; MMC-33: Boavista Island, 03.ix.2015, shallow waters in a wall, Peter Wirtz leg., two portion of colonies with the tissues not removed, Paratype; MMC-34: Sao Vicente, viii.2015, shallow waters, Peter Wirtz leg., small portion of a colony with tissues nor removed, Paratype.

Diagnosis: Corallum cylindrical and elongate (up to 6 cm long and 1.3 cm wide) forming ramified colonies showing bushy like morphology. Large polyps with several buds project, not only but mainly, in the upper part of the corallum. Corallum may be straight but often curved or even contorted. The calices are round to elliptical in outline, costae are granular. The calices contain up to 45 spiny septa with 24 full grown and the rest with low development; incomplete S4 may be join to S3 and the last can be also join to S2. Fossa moderately deep enclosing a massive spongy columella although can be practically absent from other polyps. Orange to yellow are the only colours known for this new species.

Etymology: The name is dedicated to Cape Verde Islands.

Habitat and distribution: The species has been located at shadow places in shallow waters although, as it happens with other species belonging to the same genus including *Astroides calycularis*, it may occurs in deeper environments. Ruffles and walls from caves and tunnel gates are common places to find the new species. *T. caboverdiana* is only known from Cape Verde Islands. *Tubastrea caboverdiana*, as well as *Astroides calycularis*, may build up skeletons in the bottom forming a peculiar habitat.

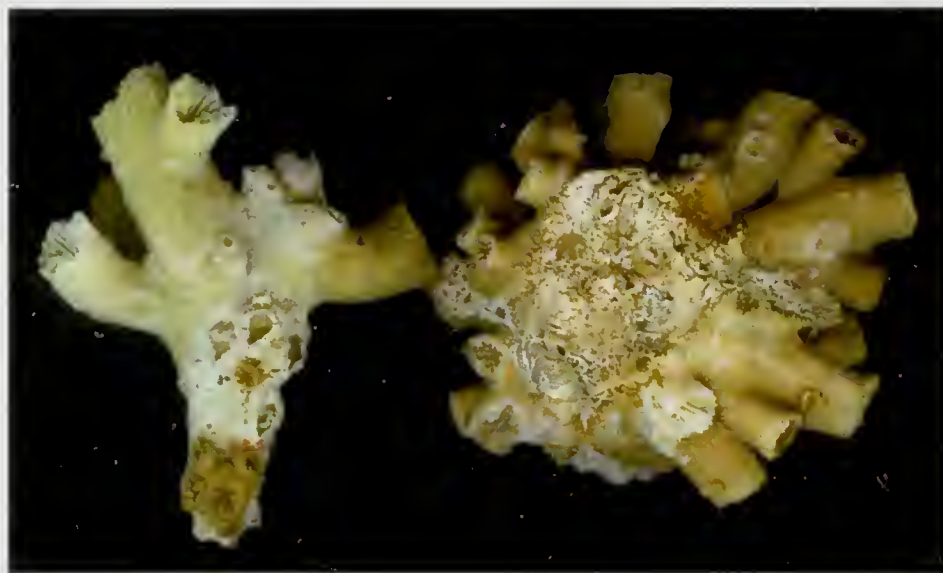
Remarks: From the point of view of the way of growing, the species belonging to *Tubastrea* genus can be divided in two groups: 1) *T. coccinea*, *T. aurea* y *T. faulkneri* form a basal plate and do not branch out, showing all of them attracting yellow-orange colours, meanwhile *T. diaphana* and *T. micrantha* (= *T. micranthus*) always ramify profusely, even similar to *Dendrophyllia* genus, and show brownish color in their polyps and tissues (see VERON, 1986; ARRIGONI *et al.*, 2014). The new species described, *T. caboverdiana*, ramifies discreetly and normally does not show basal plate (in case of its presence, branching and budding are evident), but present yellow-orange colours. Furthermore, *T. cabover-*



Skeletons of *Tubastrea caboverdiana* build up in the bottom, Tarrafal, Sao Tiago, Cape Verde. Image, O. Ocaña.



Tubastrea caboverdiana. Image from paratype MMC-30.



Tubastrea caboverdiana. Images of Paratype MMC- 31 right and Paratype MMC-33 left.

diana presents enlarged polyps. *T. coccinea* originally described from Bora Bora, in the Pacific Ocean, has been identified to be distributed along the Caribbean Sea and the Brazil region too. ROOS (1979), and ZLATARSKI & ESTALELLA (1982) shown the morphology and typical features of *T. coccinea* from Curacao and Cuba, both materials are quite different from *Tubastrea caboverdiana* as well as the material of *T. coccinea* studied by ARRIGONI *et al.*, (2014). In the colony of *T. coccinea* showed by CAIRNS & KITAHARA (2012), but also in ROOS (1979) and ZLATARSKI & ESTALELLA (1982), there are important differences with *T. caboverdiana*; colonies of *T. coccinea* present placoids to



Tubastrea caboverdiana. Image from Tarrafal, Sao Tiago. P. Wirtz.



Tubastrea caboverdiana. Image from Tarrafal, Sao Tiago. P. Wirtz.

faceloids morphology, meanwhile *T. caboverdiana* forms dendroids colonies. *Tubastrea sp1* from New Caledonia (ARRIGONI *et al.*, 2014) also develops modest dendroids colonies but color, and septa disposition are different. Furthermore, the septa are sipiny in *T. caboverdiana* and this character is apparently absent from *T. coccinea*; spiny septa are also identified in *Tubastrea sp2*. from New Caledonia although the columella is not spongy (see ARRIGONI *et al.*, 2014). The species *T. diaphana* is the most simmlar to *T. caboverdiana* in the growing morphology, although *T. caboverdiana* presents longer polyps, less open ramification and yellow-orange pigmentation, meanwhile, coenosteum, calyces and polyps of *T. diaphana* are brown coloured. The new species from Cape Verde was previously identified as *Enallopsammia micranthus* by CHEVALIER (1966); the researcher was impresive by the ramified colonies found at Cape Verde islands. However, the large dendroids ramification makes *T. micrantha* (= *E. micranthus* and *T. micranthus*) quite different from *T. caboverdiana* and any other known *Tubastrea*. Later, two different forms were identified in tropical West African coasts by LABOREL (1974): yellow-orange ramified form found in the Cape Verde Islands and other orange placoid form recorded along the Gulf of Guinea. This autor finds out the pigments differences among both species found in the tropical West Africa and the Chevalier misidentification, finally he also claims about a general revition of the genus *Tubastrea* to solve the taxonomical mistakes.

Family RHIZANGIIDAE d'Orbigny, 1851

Astrangia macrodentata Thiel, 1940

Astrangia macrodentata Thiel, 1940: 195-200, 3 Abb.

Astrangia astraeiformis, Chevalier, 1966: 926-930, pl. III and IV.

Material examined: Agadir, MMC-104, 25.vii.2004, 20 meters, rocky bottom covered by sediments, 4 colonies growing on *Balanus*, O. Ocaña leg. Dakhla, MMC-105, 19.ii.2012, intertidal, understone, 3 small colonies, O. Ocaña leg. Oualidia, MMC-106, 31.iii.2013, intertidal in a shadow area of a big pool, 0.5-1 meter deep, rocks and sand, rocks affected by sediments, colonies invaded by calcareous algae, 1 small colony dry, 5 small colonies in alcohol and 1 colony in formaline, O. Ocaña leg.

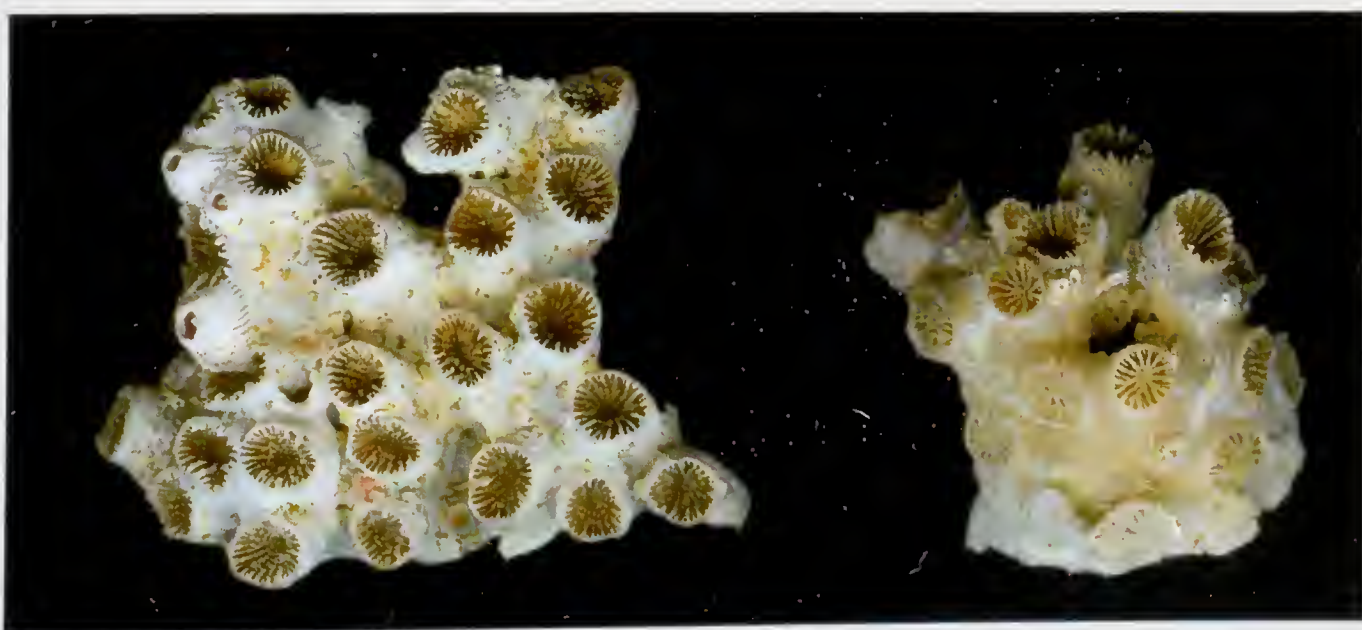
Diagnosis: Encrusting colonies with corallum reptoid, although sometimes giving the placoid apparence, corallites round, elliptical and also irregular in shape, never tightly packed but always spaced several millimeters apart (5 mm can be reached as a maximum separation among calyces). Calices 2-4 mm in diameter and 2-6 mm in hight; septa arranged in 3 complete cycles, 4° cycle not complete. No more than 36 septa were observed but most calyces present more than 24 septa, S3 and S4 may enclose to S1, S2 and not very common S4 to S3. Septa dentate, strongly dentate in some corallites, fossa deep, columella normally papillose but some specimens may present trabecular. Colonies normally present brown color in the skeleton as a whole and particulary strongly in the fossa and septa, some colonies shows white color in the fossa. Extended polyps show whitish tentacles with green or even yellow in their contact with the oral disc, acrospheres white. Oral disc brownish or orange color, with green spots and stripes, oral operture orange. Zooxanthellae not observed.

Habitat and distribution: The colonies were found understones, growing on *Balanus sp.*, and also on shadow places of wide intertidal pools. All the environments share the presence of sand and rock, the dominance of algae was observed in the intertidal habitats and the invertebrate assemblage were very important in the infralitoral habitats from Agadir. The corallum was invaded by red algae in one of the intertidal locality but in both intertidal sites the sand covered the corallites. *Astrangia macrodentata* has been previously recorded from Congo (see THIEL, 1940). The species has been recorded also from Sierra Leone, Konakry and Dakar (see CHEVALIER, 1966). Due to its reduced size the species can be easily overlooked but it might be extended widely along North African coast.



Astrangia macrodentata. Images from Oualidia.

Variability: From the point of view of the skeleton, the material presents some variation. Brown color might be more usual, as we found it in the material from Agadir and Oualidia, while the white color was present only in the colonies from Dakhla. Some calyces from infralitoral are taller than the others from intertidal areas and present also trabecular columella although papillose is the normal morphology. Elliptical to irregular corallites are more typical from very stressing intertidal habitats.



Astrangia macrodentata. Images from Dakhla (left) and Agadir (right).

Remarks: Extratentacular budding is the most common way of asexual spread, but intratentacular has been inferred in our colonies and also observed previously on the material from Punta Noire in Congo (see THIEL, 1940: Abb 1-3). Sensus several authors (see PETERS *et al.*, 1988), the species, belonging to the genus *Astrangia*, recorded in Africa (see THIEL, 1928 and 1940; CHEVALIER, 1966), may represent different species. *A. macrodentata*, described by Thiel in 1940, belongs to this group of *Astrangia* species that do not present pali developed. *A. mercatoris* (from African coasts; see CHEVALIER, 1966) and *A. solitaria* (from the American coasts; see ZLATARSKY & ESTALELLA, 1982) develop pali meanwhile *A. macrodentata* (from African coasts), *A. rathbuni* and *A. poculata* (from American coasts and *A. rathbuni* also recorded from Antarctica by Cairns) do not develop pali. *A. macrodentata* do not form the tightly packed colonies with the polygonal corallites commonly observed in *A. poculata*. *A. macrodentata* and *A. rathbuni* are similar in shape and way of growing (see VAUGHAN, 1906), and we have thought to merge both species into one. However, the slight but constant differences (already remarked by CHEVALIER in 1966) between both species (wider calycinal diameter, taller corallites and four complete cycles in *A. rathbuni*), make us to leave them in two separate species. The specimens studied by Chevalier present a similar way of growing what we have found (see CHEVALIER, 1966, planche III and IV). López-González described colonies belonging to the genus *Astrangia* but without definitive status. The *Astrangia* sp. shows very much resemblance with our colonies, even the intratentacular budding, but unfortunately it is not possible to observe the fossa properly (see LÓPEZ-GÓNZÁLEZ, 1993: 415, Lam. 57D-E). López-González also describes pali in his specimens, although we appreciate some doubts about this particular, as he wrote about some soft differences between pali and columella not very consistent at all. Attending to these arguments, and also to the extended distribution range showed in this genus, it should be considered the possibility that *Astrangia* sp. (see LÓPEZ-GONZÁLEZ, 1993) could be *Astrangia macrodentata*. This is a new record from Morocco.

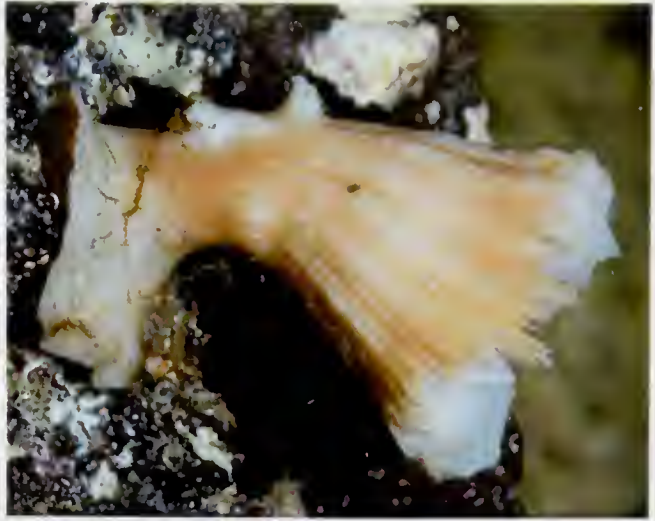
Family CARYOPHYLLIIDAE Gray, 1846

Desmophyllum dianthus (Esper, 1794)

To check synonymous list see Cairns, 2000.

Material examined: Tenerife, Candelaria, Canary Islands, MMC-127, 20.xii.2011, lost fishing basket, 400 meters deep, 1 specimen, Javier Martín Barrios leg.

Remarks: The species was previously recorded from Canary Islands (see ZIBROWIUS, 1980) in the South East of Tenerife and it was confirmed in another publication (see BRITO & OCAÑA, 2004), although the information came from a dead specimen found associated to the colonial biobuilder *Solenosmilia variabilis*. The new found at Tenerife coast, in the upper batial bottoms, of a live specimen, has been interesting not only to assure at least the rather common presence in the Canary sea but also it makes possible to have the general



Desmophyllum dianthus from Tenerife.

color information of the specimen. The species is widely known as *Desmophyllum cristagalli* (see ZIBROWIUS, 1980).

***Caryophyllia cyathus* (Ellis & Solander, 1786)**

To check synomimous list see Zibrowius, 1980.

Material examined: Tenerife, Candelaria, Canary Islands, MMC-128, 20.xii.2011, lost fishing basket, 400 meters deep, 1 specimen, Javier Martín Barrios leg.

Remarks: The species had been previously recorded from Canary Islands (see ZIBROWIUS, 1980) in Tenerife and Lanzarote. We also found material in Tenerife and that study was already published (see BRITO & OCAÑA, 2004). The new found at Tenerife coast, at the same locality, Candelaria, in the upper batial bottoms of a live specimen has been interesting not only to assure at least the rather common presence in the Canary sea, but it also makes posible to have the general color information of the specimen.



Caryophyllia cyathus from Tenerife.

Phyllangia mouchezii (Lacaze-Duthiers, 1897)

To check synomimous list see Brito y Ocaña, 2004 and Zibrowius, 1980.

Material examined: Atlantic Morocco: Agadir, MMC-107, 25.vii.2004, 25 meters, rocky bottom covered by sediments, very low visibility, 1 portion of a colony, O. Ocaña leg.; Cape Verde Islands: Three Rocks, Tarrafal, Sao Tiago, MMC-108, vii.2008, 1 colony, P. Wirtz leg.; Sao Vicente, MMC-109, 06.xi.2004, 1 small colony, P. Wirtz leg.; MMC-128, viii. 2015, colony with the tissues do not removed, P. Wirtz leg.; Bahía de Murdeira, Sal Island, MMC-110, ruff, 4-5 meters, 10.vii.2014, 7 colonies of small to medium sizes, A. Brito leg.; Gulf of Guinea, Gabón: Pongara National Park, MMC-111, x.2012, 1 colony, K. Ballesteros leg.

Remarks: This is a new record from Morocco and Cape Verde Islands. Certainly, all the material examined shows a variation range typical for a widely distributed species, although keeping the main characters. *Sensu* CAIRNS (2000), *Phyllangia mouchezii* from the North East Atlantic is a subspecies of *Phyllangia americana*, so there are *P. americana americana* and *P. americana mouchezii*. *Sensu* this assertion *P. americana nazensis*, described by CHEVALIER (1966) is merged into *P. americana mouchezii*. However, the colony from Gabon presents cup like calyces, with exerted pointed septa, and these characters have not been observed previously. Although looking the wide range of variation in the species (see BRITO & OCAÑA, 2004; ZIBROWIUS, 1980 and the present images included in this paper) we feel the subject still should be resolved.



Phyllangia mouchezii. Images from Agadir (left) and Cape Verde (right).

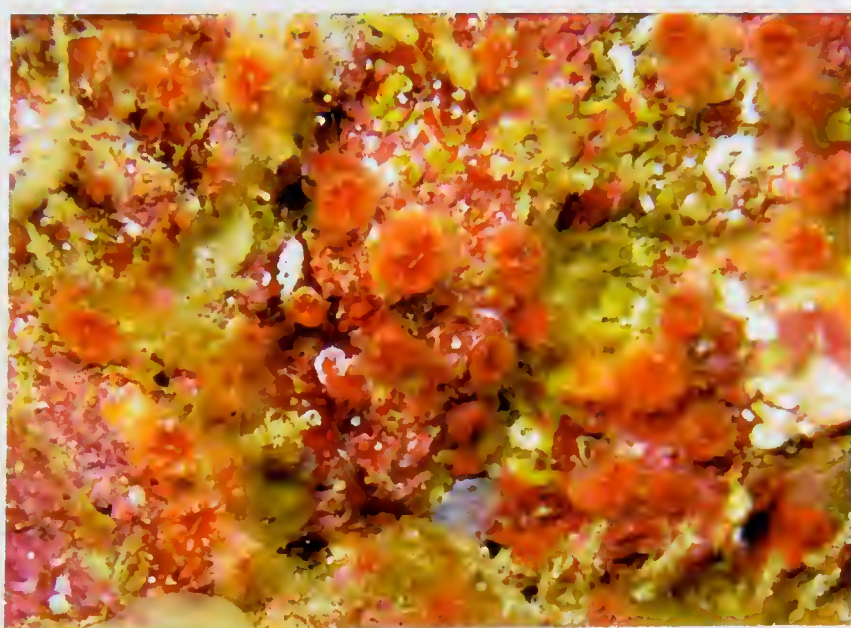


Phyllangia mouchezii. Colony from Gabón.

Polycyathus senegalensis Chevalier, 1966

To check synomimous list see Brito y Ocaña, 2004 and Zibrowius, 1980.

Material examined: Cape Verde Islands, Tarrafal, Sao Tiago: MMC-112, 18.viii.2002, 20 m, gate cave, rocky bottom with sand, 1 colony, O. Ocaña leg; Tarrafal, Sao Tiago: MMC-113, vii.2008, one small colony and another big colony with numerous polyps, P. Wirtz leg; Sao Vicente, MMC-114, 08.xi.2014, ruff in a cave, three small colonies, P. Wirtz leg.



Polycyathus senegalensis. Image from Sao Vicente (left) and from Tarrafal (right). P. Wirtz

Remarks: This is a new record from Cape Verde Islands. The variability of the colony matches very well with the specimens observed and studied by CHEVALIER (1966). The pali of the material from Senegal and Cape Verde archipelago present an asymmetrical development, very evident in the colony from Senegal (see CHEVALIER, 1966) and also bushy like morphology. In the Canaries and Madeira the corallites merged into the genus *Polycyathus* present commonly a brown dark color, even black in the deepest part of the calyces (not recorded in the material from Senegal or Cape Verde Islands) and indeed we do not find those variation range in the pali; neither observed in the colonies showed by ZIBROWIUS (1980), ZIBROWIUS & SALDANHA (1976) and BEST (1968); however, it is present in our material from Cape Verde.

***Thalamophyllia wirtzi* Ocaña & Brito new species**

Material examined: Cape Verde Islands, Sal, Cavala: MMC-35, 28.xi.2006, 40 m, roof of cave, 1 small colony, P. Wirtz leg., Holotype; idem, 1 small colony, MMC-36, Paratype; Sal Island, Cavala: MMC-37, 28.xi.2006, 40 m, roof of cave, 1 small colony, P. Wirtz leg., Paratype; Tarrafal, Sao Tiago, Arco: MMC-38, vii.2008, shadow place, two placoid colonies, P. Wirtz leg., Paratype; Tarrafal, Sao Tiago, The Wall: MMC-39, viii.2008, several small colonies, P. Wirtz leg., Paratype; Tarrafal, Sao Tiago, Punta do Atum: MMC-40, vii.2008, several small colonies, P. Wirtz leg., Paratype; Tarrafal, Sao Tiago, Danger: MMC-41, vii.2008, several small colonies, P. Wirtz leg., Paratype.

Diagnosis: Phaceloids to placoids colonies that forms solid aggregations of corallites. The corallites are not individualized from the common base and can extrude considerably or not extrude very much. Small calyces present 24 septa (S1, S2 and S3), but medium and big ones can reach S1, S2, S3, S4 and even incomplete S5 was observed in one calyce; S1 and S2 are exsert, in some colonies are extremely exsert. Calyces can be circular to elliptical (up to 18 mm in diameter) and the septa present moderate to low exsertness, costae can be well developed or also hardly to be distinguished. There is a wide central space in the calyces with a deep fossa. There is not columella; tiny granules cover the septal faces. Budding is observed as well as commonly intracalycinal partition. Rose and white are the common colors observed in the colonies, greenish and also brown was recorded sporadically.

Etymology: The name is dedicated to Dr. Peter Wirtz who has been doing a huge sampling efforts in the behalf of the East Atlantic marine fauna knowledge.

Habitat and distribution: The species has been observed in shadow habitats (caves, tunnels and vertical walls) from 20 to 40 meters. *T. africana* is known from Sao Tiago and Sal islands but surely should be present in other Cape Verde islands.

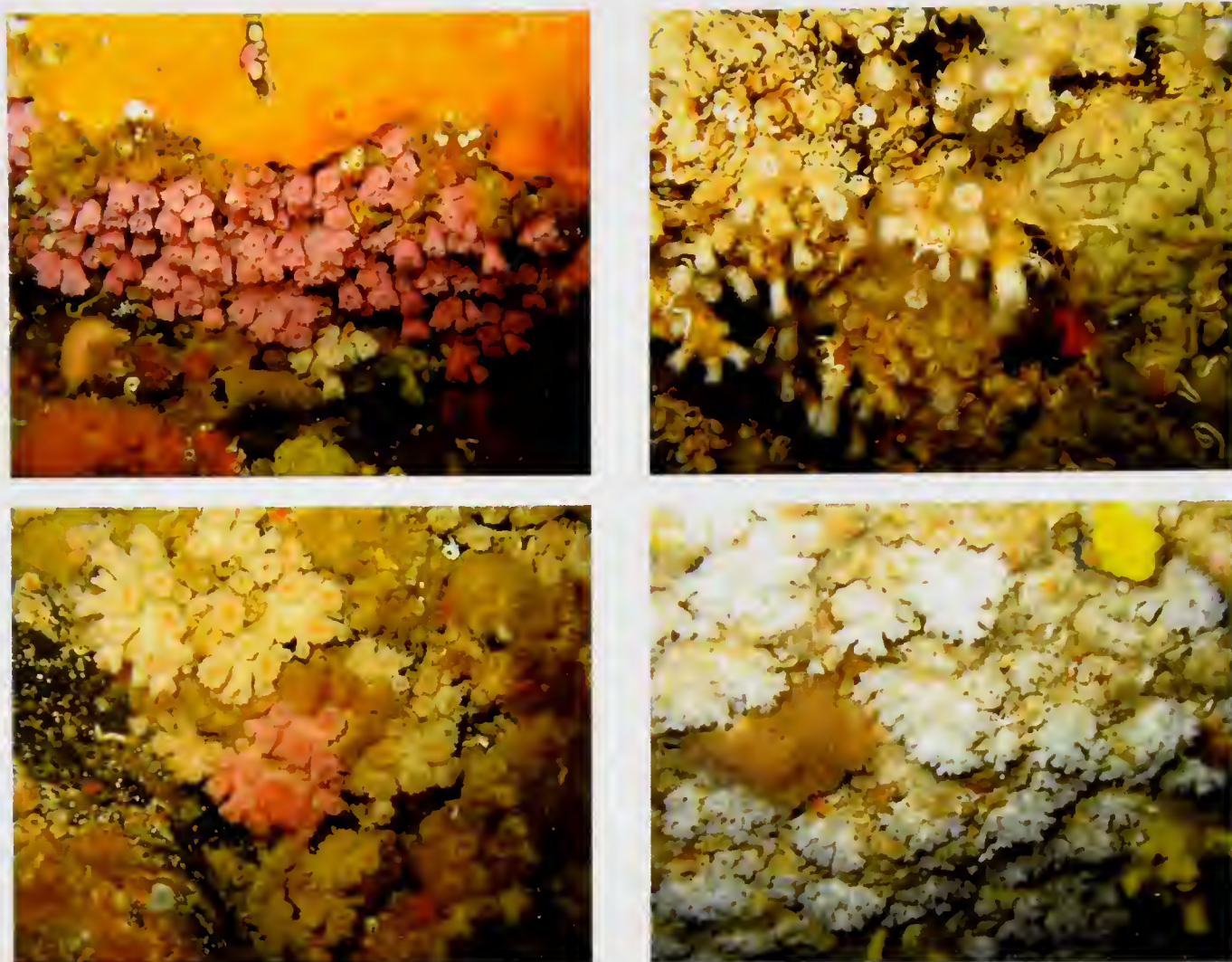
Remarks: *T. wirtzi* shows a range of variability from small phaceloids to solid placoids colonies, with the corallites partially embeded in the common skeleton, but it never was observed any reptoid colony. The costae can be very developed along the corallites or, in the contrary, hardly to be noticed. The exertion of S1 and S2 can be observed in phaceloids and placoids colonies as well. The species is placed in the genus *Thalamophyllia* because of its



Thalamophyllia wirtzi. Image of the Paratype MMC-35.



Thalamophyllia wirtzi. Image of the Holotype MMC-34.



Thalamophyllia wirtzi. Images from different bottoms at Tarrafal, Sao Tiago (Cape Verde Islands). P. Wirtz.

shape that fits very well with the general morphology of the genus; moreover, the budding behaviour and the absence of columella are also complementary characters to reinforce the decision. There are four species of this genus, *T. riisei*, *T. gasti*, *T. gombergi* and the present new species. The three previous known species share the development of reptoid and phaceloids colonies and the reproduction trend (extratentacular budding) (see CAIRNS, 1979), meanwhile, *T. wirtzi* mainly present intratentacular bipartition colonies and develop placoid colonies and more septa cycles. Nevertheless, some growings of *T. wirtzi* present some resemblance with *T. gasti* but the last species does not form colonies with polyps not individualized, merged in a common tissue, as it happens in *T. wirtzi*. Furthermore, *T. wirtzi* shows wider polyps with a common intracalycinal bipartition and *T. gasti* only present extratentacular budding and polyps with diameter not wider than 5 mm (see ZIBROWIUS, 1980).

Africana Ocaña & Brito new genus

Faceloid to reptoid colonies formed by extracalycinal budding present (intracalycinal also possible). The calices are solid in their skeleton and present septal junction and exsertness in all septa, costa well marked. Columella trabecular like. There is not pali.

Africana wirtzi Ocaña & Brito new species

Material examined: Cape Verde Islands, Tarrafal, Sao Tiago, Three rocks: MMC-42, viii.2008, one colony, P. Wirtz leg., Holotype.

Diagnosis: Small to medium size colonies formed by flat corallites with a solid skeleton (up to 10 mm high $\times$ 10 mm wide). S1, S2, S3 and S4 complete and S5 very scarce and only present some couples, S1 most developed and exsert; S2 less developed and exsert; S3 join with S2 at the columella level showing a typical apparence of septal junction. S5 exclusively developed in major specimens, small calyces only reaching incomplete S4. There are granules in most of the developed septa. Thick columella with trabecular apparence, the pali is absent. The color observed was rose or orange in the calyces, disc and tentacles looks like redish color in retraction conditions.



Africana wirtzi, holotype.

Etymology: The name is dedicated to Dr. Peter Wirtz who has been doing a huge sampling efforts in the behalf of the East Atlantic marine fauna knowledge.

Remarks: The presence of a solid corallum joined to the septal junction make *Africana wirtzi* different from other genus into the Caryophylliidae family. Certainly, perhaps its solid calice keep some resemblance with the very strong corallum of *Heterocyathus*, but the rest of characters, as septa arrangement or pali presence, are completely different among both genera (see CAIRNS & KITAHARA, 2012). Septal junction observed in the new genus and species can be typically observed in Dendrophylliidae but the porous corallum, a basic character of this family is indeed absent in *A. wirtzi*. It is posible to find septal junction also in other Caryophylliidae genera as *Stephanocyathus*, *Deltocyathus* or *Peponocyathus* but the corallum characters, morphology and way of life are very different compared to *A. wirtzi*. In the sea, the new species and genus keep some resemblance with the genus *Phyllangia* (see CAIRNS, 1979; ZIBROWIUS, 1980; CAIRNS, 2000). There is only a single colony of the new genus and species, but due to the clear distinction among the others Caryophylliidae species and genera we have decided to describe the new taxa on the base of the holotype.



Africana wirtzi. Image from Tarrafal, Sao Tiago. P. Wirtz.

4. ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Francisca Serrais the general edition and first English checking. Bert Hoeksema facilitated some papers of interest for scleractinians and Fernando Espino provides material from Cape Verde and J.J. Sanchez Cuervo some images from the Canaries. M.J. Fernández Maquieira take care of the latin language, regarding the genus and species congruence. Younes Saoud from Tetúan University and Said Benhisoune from Agadir University facilitate some of the sampling trips. Dr. Peter Wirtz sent to us interesting submarine images and important material of Scleractinia.

5. REFERENCES

- ANDRES, A., 1884. Le Attinie. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. *Memorie Accademia dei Lincei*. Roma 3(14): 1-424, 78 text-figs., 13 tables.
- ARRIGANI, R., Y. KITANO, J. STOLORSKI, B. HOEKSEMA, H. FUKAMI & F. STEFANI, 2014. A phylogeny reconstruction of the Dendrophylliidae (Cnidaria, Scleractinia) based on molecular and micromorphological criteria, and its ecological implications. *Zoologica Scripta*, 43(6): 661-688.
- BEST, M., 1968. Two new species of the genus *Polyciathus* (Madreporaria) from the Mediterranean sea. *Vie Milieu*, 19 (1-A): 69-84.
- BRITO, A. & O. OCAÑA, 2004. *Corales de las Islas Canarias*. Francisco Lemus Editor. La Laguna. 477 pp.
- CAIRNS, S.D., 1979. The deep-water scleractinia of the Caribbean Sea and adjacent waters. *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*, 180, 341 pp.
- CAIRNS, S.D., 2000. A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the Western Atlantic. *Studies Nat. Hist. Caribbean region*, 75: 1-231.
- CAIRNS, S. D. & M.V. KITAHARA, 2012. An illustrated key to the genera and subgenera of the Recent azooxanthellate Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa), with an attached glossary. *Zookeys*, 227: 1-47. doi: 10.3897/zookeys.227.3612
- CARLGREN, O., 1900. Ostafrikanische Actinien. *Mitt. Naturh. Museum XVII*. Hamburg.
- CARLGREN, O., 1934. Zur Revision der Actiniarien. *Arkiv fjr Zoologi*, 26 A(18): 1-36, 18 figs.
- CARLGREN, O., 1949. A Survey of the Ptychodactiaria, Corallimorpharia and Actiniaria. Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. *Fjörde Serien* 1(1): 1-121, 4 plates.
- CHEVALIER, J.P., 1966. Contribution à l'étude des Madréporaires des côtes occidentales de l'África tropicale (2^o part). *Bulletin de IFAN* (XXVIII), sér. A, n^o 4.
- DUCHASSAING, P.A., 1850. *Animaux Radiaires des Antilles*, Paris 21 pp.
- DUCHASSAING, P.A. & J. MICHELOTI, 1860. Memoire sur les Coralliaires des Antilles. *Memorie Reale Accademia Delle Scienze di Torino*, (2) 19: 1-89, 10 plates.
- DUERDEN, J. E., 1898. *The Actiniaria around Jamaica*. Caraibisch Marien-Biologisch Instituut. Curaçao: 449-465.
- FISCHER, P., 1874. Recherche sur les Actinies des cotes Oceaniques de France. *Nouvelles Archives du Museum d'Histoire Naturelle* Paris, 10: 193-244.
- GOSSE, P.H., 1860. *The British sea-anemones and corals* i-xl, 1-362, figs., 12 lams. London.
- GRAJALES, A. & E. RODRÍGUEZ, 2014. Morphological revision of the genus *Aiptasia* and the family Aiptasiidae (Cnidaria, Actiniaria, Metridioidea). *Zootaxa* 3826 (1): 055-100.
- HARTOG J.C.DEN, 1977. Notes on the little known sea anemone *Cataphellia brodrickii* and on the closely allied *Hormathia coronata* and *Paraphellia expansa* (Actiniaria, Hormathiidae). *Netherlands Journal of Zoology*, 27 (3): 237-244, 1 tex-fig., 2 plates.

- HARTOG J.C. DEN, 1987. A redescription of the sea anemone *Bunodosoma biscayensis* (Fischer, 1874) (Actiniaria, Actiniidae). *Zoologische Mededelingen Leiden*, 61(36): 533-559, 14 figs.
- HARTOG J.C. DEN, O. OCANA & A. BRITO, 1993. Corallimorpharia collected during the CANCAP expeditions (1976-1986) in the south-eastern part of the North Atlantic. *Zoologische Verhandelingen*, 282: 1-76, 58 figs.
- HARTOG, J.C. DEN & O. OCAÑA, 2003. A new endemic *Actinia* species (Actiniaria: Actiniidae) from the central Macaronesian Archipelagos. *Zoologische Mededelingen Leiden*, 77(11): 229-244, figs 1-3, tables 1-2.
- HARTOG, J.C. den & R.M.L. ATES, 2011. Actiniaria from Ria de Arosa, Galicia, north-western Spain. *Zoologische Mededelingen Leiden*, 85 (2): 11-53, figs 1-4, tabs 1-18.
- JOURDAN, E., 1880. Recherches Zoologiques et Histologiques sur Les Zoanthaires du Golfe de Marseille. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie et Paleontologie*, 10: 1-154, 17 plates.
- LABOREL, J., 1974. West African reef corals: an hypothesis on their origin, in: *Proceedings of the Second international symposium on coral reefs*, 1, pp. 425-443, 11 figs. Brisbane: Great Barrier Reef Committee.
- LOPEZ-GONZALEZ, P.J., 1993. *Taxonomía y Zoogeografía de los Antozoos del Estrecho de Gibraltar y Areas proximas*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P.J., C. MEGINA, I. MARTÍNEZ, G. GÓMEZ, M. C. ARROYO, M. FERNÁNDEZ-CASADO & N. TAMSOURI., 2010. "The northern distributional limits of *Dendrophyllia laboreli* (Cnidaria: Scleractinia: Dendrophylliidae)". *Marine Biodiversity Records*, page 1 of 4. doi: 10.1017/S1755267210000692; Vol. 3; e79; Published online.
- MANUEL, R.L., 1981/1988. *British Anthozoa*. Synopses of the British Fauna (New Series) no 18: i-vii, 1-241, figs. 1-81, 2 plates.
- MERINO-SERRAIS, P., P. CASADO-AMEZÚA, Ó. OCAÑA, J. TEMPLADO & A. MACHORDOM, 2012. Slight genetic differentiation between western and eastern limits of *Astroides calycularis* (Pallas, 1776) (Anthozoa, Scleractinia, Dendrophylliidae) distribution inferred from COI and ITS sequences. *Graellsia*, 68(1): 207-218.
- OCAÑA, O., 1994. *Actiniaria y Corallimorpharia de la Macaronesia Central: Canarias y Madeira*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. 2 Volumen, 484 pp., 153 b/n plates and 13 colour plates.
- OCAÑA, O., 2005. *Biología y divulgación para la conservación y mejor gestión de la especie Astroides calycularis y sus hábitats en los litorales de Ceuta y Melilla*. Informe científico realizado para el Ministerio de Medioambiente. 71 pp.
- OCAÑA, O., A. BRITO & G. GONZÁLEZ, 2005. El género *Actinia* en los archipiélagos macaronésicos: una perspectiva general del género centrada en las especies del Atlántico Nororiental y el Mediterráneo (Actiniaria: Actiniidae). *Vieraea*, 33: 477-494.
- OCAÑA, O., J.C. den HARTOG, A. BRITO & A.R. BOS, 2010. On *Pseudocorynactis* species and another related genus from the Indo-Pacific (Anthozoa: Corallimorphidae). *Revista Academia Canaria Ciencias.*, XXI (Núms. 3-4): 9-34.

- OCAÑA, O., R. HERRERA, A. BRITO, M. GARRIDO, G. GONZÁLEZ-LORENZO, O. MONTERROSO & R. AGUILAR, 2011. Current status and distribution of the madreporaria *Dendrophyllia laboreli* in the Canaries, South Portugal and Mediterranean Sea. *Revista Academia Canaria Ciencias*, XXII (Núm. 4), 53-68.
- OCAÑA, O. & A. BRITO, 2013. *Balanopsammia wirtzi*, a new genus and species of coral (Anthozoa: Scleractinia: Dendrophylliidae) from the Cape Verde Islands: A comparative study with the Mediterranean *Cladopsammia rolandi*. *Revista Academia Canaria Ciencias*, Vol. XXV, 87-104.
- PATRITI, G., 1970. *Catalogue des cnidaires et ctenaires des cotes atlantiques marocaines*. Travaux de L'Institut Scientifique Cherifien et de la Faculte des Sciences (Serie Zoologie) n° 35, Rabat, 1-141 pp.
- PETERS, E.C., S.D. CAIRNS, M.E.Q. PILSON, J.W.WELLS, W.C.JAAP, J.C.LANG, C.E. (CUMMINGS) VASLESKI & L. S. P. GOLLAHON, 1988. Nomenclature and biology of *Astrangia poculata* (= *A. danae*, = *A. astreiformis*) (Cnidaria: Anthozoa). *Proceedings Biological Society Washington*, 10 (2): 234-250.
- RAPP, W., 1829. Über die Polypen im Allgemeinen und die Actinien insbesondere. *Weimar*: 45-61.
- ROOS, P.J., 1971. The shallow-water stony corals of the Netherlands Antilles. *Studies of the fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*, n° 130: 108 pp, 53 figs.
- SCHMIDT, H., 1971. Taxonomie, Verbreitung und Variabilität von *Actinia equina* Linne 1766 (Actiniaria. Anthozoa). *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung* (9): 161-169.
- SCHMIDT, H., 1972. Prodomus zu einer Monographie der mediterranen Aktinien. *Zoologica*, Stuttgart, 121: 1-146, 36 figs.
- STEPHENSON, T.A., 1935. *The British sea anemones* Pt. 2. Ray Society Publications 121: i-ix, 1-426, figs. 42-107, plates 15-33.
- TEISSIER, L. & G. TEISSIER, 1930. *Actinia fragacea* Gosse, est-elle une simple variété d'*Actinia equina* L.? *Trav. Stat. Biol. de Roscoff*, Paris, 8: 190-192.
- THIEL, M.E., 1928. Madreporaria, in: *Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas*, ed. W. Michaelsen, 3, 6. Pp. 251-350, 4 figs., 5 plates. Hamburg.
- THIEL, M.E., 1940. Ueber einen Fund einer neuen Astrangia-Art, *Astrangia macrodentata*, n.sp. an der Westküste von Afrika. *Revue de zoologie et de botanique africaines*, 33 (2): 195-200, 3 figs.
- TUR, J.M. 1989. *Contribució a la fauna d'Actinaris (Anthozoa) del litoral català: Taxonomia i sistematica*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, 209 pp., 36 figs., 5 plates.
- VAN DER LAND, J. 1987. Report on the CANCAP- Project for Marine Biological research in the Canarian-Cape Verdean region of the north Atlantic Ocean (1976-1986). Part I. List of stations. CANCAP-Project. Contributions, no. 74. *Zoologische Verhandlungen*, 243: 1-94 pp.
- VAUGHAN, T.W., 1906. A new species of *Coenocyathus* from California and the Brazilian Astrangid corals. *Proceedings U.S. National Museum*, vol. XXX, n° 1477: 847-850, two plates.

- VERON, J.E.N., 1986. *Corals of Australia and the Indo-Pacific*. University of Hawaii Press, Honolulu. 644 pp.
- ZIBROWIUS, H., 1980. Les Scléractiniaires de la Méditerranée et de L'Atlantique nord-oriental. *Mémoires Institut Océanographique.*, Monaco, 11 (tres tomos): 1-284.
- ZIBROWIUS, H., 1983. Scleractiniaires recoltés par R. PH. Dollfus sur la cote Atlantique du Maroc (Campagnes du "Vanneau" 1923-1926). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, n°5, pp. 1 à 12.
- ZIBROWIUS H. & L. SALDANHA, 1976. Scléractiniaires récoltés en plongée au Portugal et dans les archipels de Madère et des Açores. *Boletim da Sociedade portuguesa de ciencias naturais*, 2 (16):91-114, 25 figs.
- ZIBROWIUS, H., & A. BRITO, 1984. *Dendrophyllia laboreli* n.sp., coralliaire infra- litoral et circalitoral de l'Afrique occidentale et des iles Canaries (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia). *Bulletin Museum National Histoire Naturelle.*, Paris, (4) 6-A (3): 641-657.
- ZLATARSKI, V. N. & N. M. ESTALELLA, 1982. *Les Scléractiniaires de Cuba*. Éditions de l'Académie Bulgare des Sciences, Sofia, 471 pp.

New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector

Falcón¹, J. M., Herrera², R., Ayza², O. & Brito¹, A.

¹ Grupo de investigación BIOECOMAC, Unidad Departamental de Ciencias Marinas
Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna
38206 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands

² Servicio de Biodiversidad, Dirección General de Protección de la Naturaleza
Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias
Correspondence author: Alberto Brito. abrito@ull.es

ABSTRACT

The occurrence in Canarian waters of 14 species of tropical littoral fish that have not previously been cited has now been recorded. One amongst them, *Parablennius goreensis*, might have arrived through its own dispersal means and has rapidly spread throughout the archipelago, favoured by the increasingly warm waters. The appearance of three of these species clearly owes to grown specimens of fish bred in aquariums being released into the sea. At least eight species are directly linked to transport connected with oil platforms' fouling. Such platforms coming from Brazil, the Caribbean and the Guinean Gulf have frequently anchored in the two main Canarian ports in recent years. The presence of tropical species originally coming from these three biogeographical Atlantic provinces has been recorded in Gran Canaria, namely that of 4 species of acanthurids original from America. Most records come from the port area of Puerto de Las Palmas harbour and its surroundings, but some specimens have been caught in southern and northern sectors on the island, far away from the port area. At least two of the species whose presence can be attributed to this type of transport – *Abudefduf hoefleri* and *Hypleurochilus pseudoaequipinnis* – are currently breeding in Gran Canaria.

Key words: littoral fish, tropicalization, introduced species, oil platforms, Canary Islands

RESUMEN

Se registra la presencia en aguas canarias de 14 especies de peces litorales tropicales no citadas anteriormente. Una de ellas, *Parablennius goreensis*, puede haber llegado por sus propios medios de dispersión y se ha expandido rápidamente por todo el archipiélago, favorecida por el calentamiento de las aguas. La aparición de tres de la especies se debe cla-

ramente a la liberación al mar de ejemplares grandes que han crecido en acuarios. Al menos ocho especies se relacionan claramente con el transporte asociado al fouling de las plataformas de petróleo procedentes de Brasil, El Caribe y el Golfo de Guinea. Es en Gran Canaria donde se ha detectado la presencia de las especies tropicales procedentes de estas tres provincias biogeográficas del Atlántico, destacando 4 especies de acantúridos de aguas americanas. La mayor parte de los registros proceden de la zona portuaria y proximidades del Puerto de Las Palmas, pero algunos ejemplares han sido observados y capturados en sectores lejanos del sur y norte de la isla. Al menos dos de las especies cuya presencia se puede atribuir a este transporte, *Abudefduf hoefleri* e *Hypleurochilus pseudoaequipinnis*, se reproducen ya en Gran Canaria.

Palabras clave: peces litorales, tropicalización, especies introducidas, plataformas petrolíferas, Islas Canarias

INTRODUCTION

Canarian littoral ichthyofauna has experienced an obvious tropicalization process since the 90s. This process becomes apparent through the occurrence of a large number of tropical species (BRITO *et al.*, 2005, 2007, 2011; GARCÍA-MEDEROS & TUSSET, 2014; OTERO-FERRER *et al.*, 2015; ESPINO *et al.*, in press) – some have successfully settled in the area –, as well as the enlargement of the distribution range towards the eastern islands of other thermophilic species that were only known to inhabit the warmer waters of the western islands of the archipelago (BRITO *et al.*, 2005). The same process is true for northernmost areas in the north-eastern Atlantic and the Mediterranean (i. e., BAÑÓN *et al.*, 2010; ZENETOS *et al.*, 2012; AFONSO *et al.*, 2013), which has led to the occurrence of species that are well established in the Canarias in some cases. This process is closely linked to the increasingly warm water temperatures registered in this areas as a result of climate change, but introductions owing to anthropogenic activities have also been significant.

Certain thermophilic species recorded in the Canarias seem to respond to a range enlargement process through their own dispersal means – high mobility in juvenile and adult specimens, rafting-like behaviour, and larval dispersal –. But this option seems unlikely for a number of cases, based on the species' biology and their geographical distribution areas. Therefore, their presence can be explained by introductions linked to anthropogenic activities – ballast water, aquarium specimens being released, oil platforms – (BRITO & FALCÓN, 1996; BRITO *et al.*, 2005, 2011). In both scenarios, occurrence has been favoured by the increase in temperatures experienced in shallow waters, which has been estimated at an average value of 0.28 °C per decade for the period covering from 1982 to 2013, more markedly so during the wintertime (VELEZ *et al.*, 2015).

Several introduced species have only been registered in port areas and their surroundings and in small numbers too (BRITO & FALCÓN, 1996; BRITO, *et al.*, 2005, 2011), which leads to thinking that they have arrived transported either by ballast water or associated to oil rigs' fouling. *Chaetodon sanctaehelenae* and *Cephalopholis taeniops* are clear examples of this. Regarding the release of fish from aquariums, the only case documented to the date is that of *Pomacanthus maculosus*.

The importance of the abovementioned activities contributing to the introduction of thermophilic species has continued to grow since the last detailed analysis of the tropicalization process in Canarian ichthyofauna (BRITO *et al.*, 2005), especially in regards to the arrival of oil platforms. The ports of Santa Cruz de Tenerife and Las Palmas de Gran Canaria have become major hubs for repair works of this vessels arriving from tropical areas in the American and African Atlantic Ocean in recent years.

Platforms fixed or temporarily anchored in an area become an extension to the coastal habitat for littoral species and are able to assimilate large amounts of fouling. Algal spores and invertebrate larvae rapidly colonize submerged portions of platform structures, establishing a fouling assemblage which provides food and shelter for associated fish (i. e., WOLFSON, 1976; RAUCH, 2004; FRIEDLANDER *et al.*, 2014). Subsequent slow navigation towards other areas makes it possible for fouling associated fish to travel long distances, as has previously been proven to happen (BRITO *et al.*, 2011). If platforms remain anchored in tropical areas for extended periods of time, it is even possible for a reef-like structure to develop (i. e., FERREIRA *et al.*, 2006). This way, when platforms are moved they can give rise to the so-called “moving reefs in the ocean” process.

The transporting process for fouling-associated species in oil rigs is very little known. This emerging activity can result in big transformations, namely due to species travelling from tropical to subtropical areas in the current climate change context, such as in the case in hand. The risk of significant changes in the way local faunas and ecosystems is real. We cannot rule out potential invasive processes, especially when it comes to highly altered ecosystems such as the one found in the Canary Islands (i. e., HERNÁNDEZ *et al.*, 2008; CLEMENTE *et al.*, 2010).

In this study, we have compiled data available from the Red de Observadores del Medio Marino (RedPROMAR) network belonging to the Regional Government of the Canary Islands (<http://www.redpromar.com/>) – a network comprised by observers using the “citizen science” concept to monitor the marine biodiversity –, as well as information we have collected ourselves in order to update what is currently known regarding the tropicalization process and the species introduction process. We have recorded new species, their geographic distribution, the most probable way of arrival and their distribution range as found in the archipelago. Information in relation to the occurrence of fish that are very rarely recorded is also provided. Up until now, it has not been possible to take direct samples at the platforms in order to carry out a more thorough study inclusive of a quantitative study.

MATERIAL AND METHODS

Images and data collected by the RED PROMAR network belonging to the Regional Government of the Canary Islands were used. These had been contributed by numerous divers and fishermen. Some caught specimens belonging to the same source were also examined. Furthermore, entries available in our data base were also browsed. The Figure 1 shows the locations where has been recorded species presence (pictures, data and captures).

We were able to identify most species using images. This was not possible for a few cases in which we resorted to catching specimens in several locations in Tenerife and Gran Canaria. This was necessary specifically for two blennoids and one pomacentrids.

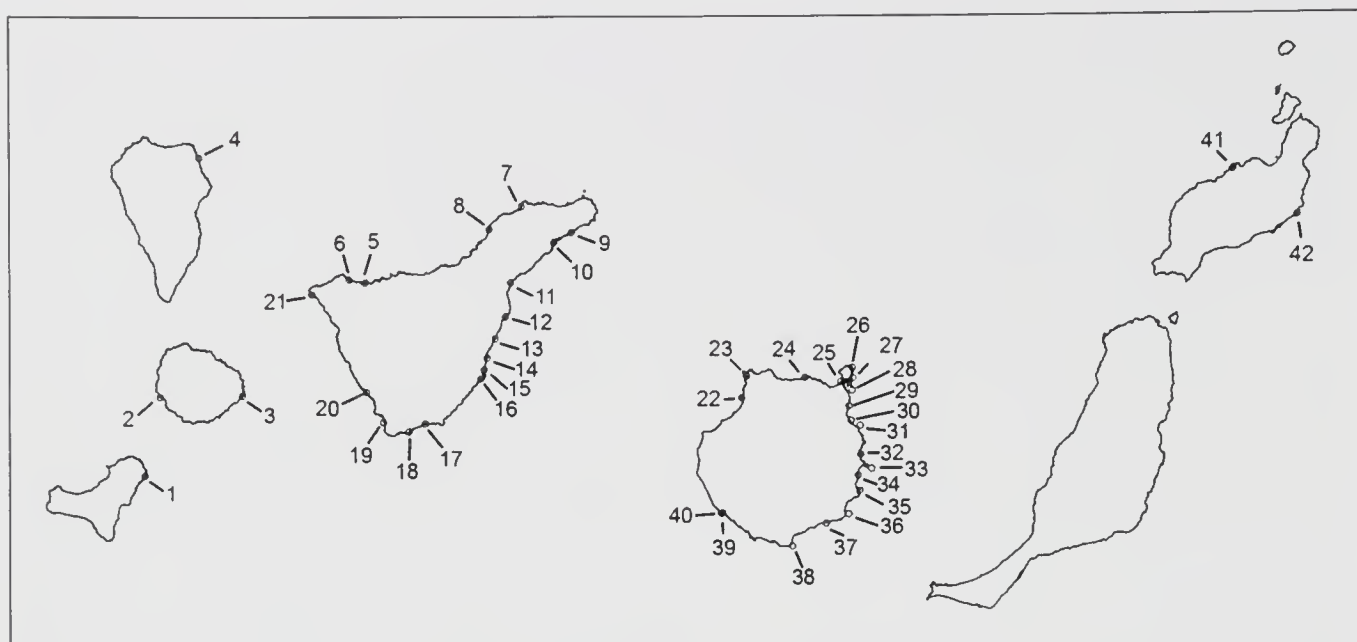


Fig. 1.- Locations where have been registred exotic species: 1 La Caleta, 2 Valle Gran Rey, 3 San Sebastián, 4 Charco Azul, 5 Garachico, 6 Los Silos, 7 Pta. El Hidalgo, 8 Tacoronte, 9 Las Teresitas, 10 Santa Cruz, 11 Las Caletillas, 12 Puertito de Güímar, 13 El Tablado, 14 Las Eras, 15 El Porís, 16 Abades, 17 Los Abrigos, 18 Montaña Amarilla, 19 Arona, 20 Adeje, 21 Pta. Teno, 22 Agaete, 23 Sardina, 24 El Puertillo, 25 Las Canteras, 26 La Isleta, 27 Puerto de Las Palmas, 28 Pta. Dique Reina Sofía, 29 San Cristóbal, 30 Costa de Jinámar, 31 Bajas de Jinámar, 32 Tufía, 33 Baja de Gando, 34 El Burrero, 35 El Cabrón, 36 El Plasencia, 37 Castillo del Romeral, 38 Maspalomas, 39 Playa de Mogán, 40 Pto. de Mogán, 41 La Santa, 42 Costa Teguisse.

Specimens have been temporarily stored in the ichthyological collection of the Marine Sciences Unit of the La Laguna University.

In order to study morphometric and meristic characteristics of the specimens considered for this research, we followed the criteria from BATH (1997) for blennoid specimens – except for the caudal fin, for which only branched rays were registered – and EDWARDS (1986) for pomacentrids.

RESULTS

A total of 14 tropical species that had not been previously listed have been recorded. Their characteristics and the data collected are detailed below:

Blennidae

Parablennius goreensis (Valenciennes, 1836) (Table 1; Plate 1). Seven specimens were examined, having been caught in two localities on Tenerife (Santa Cruz and Las Teresitas). Photographs and records of a number of specimens found in 14 localities on Tenerife (Punta de Teno, Los Silos, Garachico, Adeje, Abades, El Porís, Punta del Hidalgo, Tacoronte, Puertito de Güímar, Las Caletillas, Los Abrigos, Montaña Amarilla, Las Teresitas y Santa Cruz), 1 on La Palma (Charco Azul), 2 on Lanzarote (Costa Teguisse y La Santa), 4 on Gran Canaria (Mogán, Tufía, Sardina y El Burrero), 2 on La Gomera (Valle

Table 1.- Counts and measurements (in mm) on specimens of *Parablennius goreensis* from the Canary Islands.

Specimen	Sex	Total length	Standard length	Head length	Eye diameter	Dorsal fin rays	Anal fin rays	Pectoral rays	Branched caudal rays
1	male	77	63	15.8	4.5	XII + 19	II + 21	14 / 14	8
2	male	68	57	14.5	4.0	XII + 19	II + 21	14 / 14	7
3	male	76	63	15.5	4.5	XII + 19	II + 21	14 / 14	9
4	male	76	63	15.5	4.5	XII + 19	II + 21	14 / 14	9
5	male	68	57	14.2	4.0	XII + 19	II + 21	14 / 14	9
6	female	58	48	12.0	3.7	XII + 18	II + 21	14 / 14	8
7	—	38	31	8.5	3.2	XII + 19	II + 21	14 / 14	9

Gran Rey y San Sebastián) and 1 on El Hierro (La Caleta) were used. It inhabits rocky bottoms covered in algal turfs from 0.5 to 25 m deep – more frequently found from 2 to 10 m –, as well as in anchoring ropes showing fouling. It is currently very abundant. Average recorded density as studied through 6 transects carried out in two localities on Tenerife in August 2015 resulted in 2.0 specimens per 100m². Specimens in all sizes were found. Its main differences as compared to its closest species within the same genus – *P. marmoreus* and *P. salensis* – are the number of soft rays in the dorsal and anal fins, the way the spot is located in between the first dorsal rays, and the ventral fin’s structure (see Bath, 1990). It is distributed around the tropical eastern Atlantic, its northern limit known to the date being located at the Banc d’Arguin (Mauritania) (BATH & WIRTZ, 1992). It was first recorded in the Canarias on Tenerife (Punta de Teno) in March 2012. Photographs (Plate 1, D) show a nesting male with mating livery.

Hypleurochilus pseudoaequipinnis (Bath, 1994) (Table 2; Plate 2). Three specimens were examined, having been caught in two localities on Gran Canaria (Tufia and Agaete). Several photographs and data on the abundance of specimens found in 3 localities on the same island (Tufia, Las Canteras and Agaete) were used. The only photographed specimen at Las Canteras beach was observed at a rocky bottom in shallow waters, but the rest of them have been exclusively recorded around floats and anchoring ropes where fouling was present. The last population study carried out in June 2014 showed 40 specimens in Agaete and 17 in Tufia, in a number of different sizes. Its main differences as compared to its closest species within the same genus – *H. aequipinnis* – are its colouring and the number and location of head lateral line pores (see BATH, 1994). It is widely distributed around the tropical western Atlantic – it has only been listed in São Tomé and Príncipe in the eastern Atlantic (WIRTZ *et al.*, 2007) –. It was first recorded in Tufia in April 2013, and evidence proves they currently breed in the two of the abovementioned locations.

Table 2.- Counts and measurements (in mm) on specimens of *Hypleurochilus pseudoaequipinnis* from the Canary Islands.

Specimen	Sex	Total length	Standard length	Head length	Eye diameter	Dorsal fin rays	Anal fin rays	Pectoral rays	Ventral rays
1	male	51	43	12.0	3.5	XII + 13	II + 15	14 / 14	I + 4 / I + 4
2	female	58	47	14.0	4.0	XII + 14	II + 16	14 / 14	I + 4 / I + 4
3	female	47	40	11.0	3.5	XII + 14	II + 16	14 / 14	I + 3 / I + 4

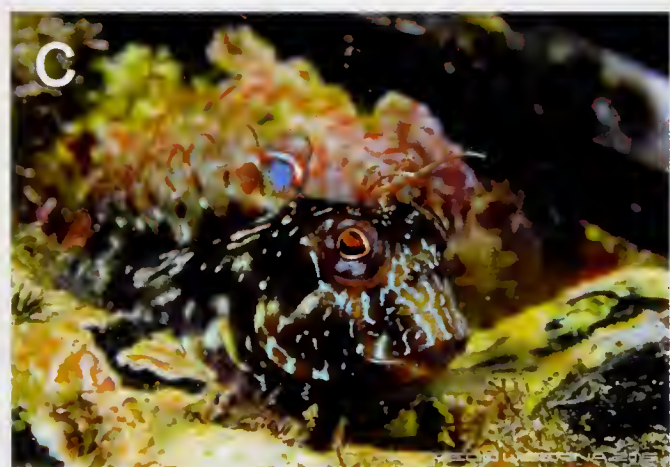


Plate 1.- *Parablennius goreensis*. A) female specimen; B y C) male specimens; D) parental care behavior in nesting male (see embryos in the top part of the crevice); E) males fighting.

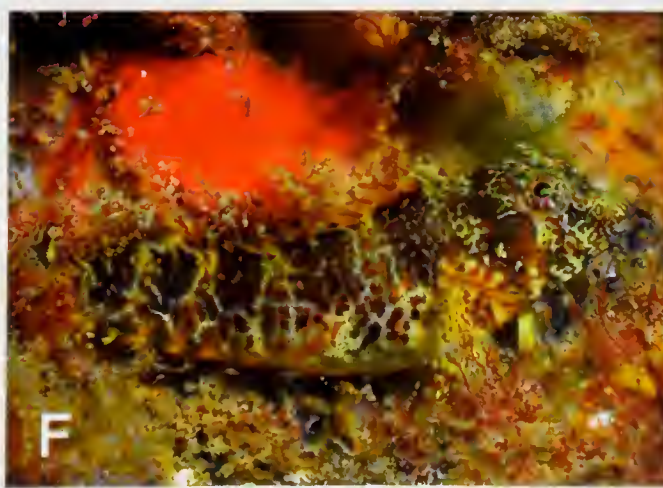


Plate 2.- *Hypleurochilus pseudoaequipinnis*. **A-C)** males over fouling-covered anchor bouys; **D)** specimen inhabiting an anchor rope covered in fouling; **E y F)** females over fouling-covered anchor bouys.

Acanthuridae

Acanthurus bahianus (Castelnau, 1855) (Plate 3, A). Two specimens photographed on Gran Canaria, one at Puerto de Las Palmas harbour, underneath an oil rig, 10 metres deep, in April 2013. Said platform presented plenty of fouling comprised by large masses of coral. The other one at Baja de Gando, 15-20 metres deep, in June 2014. This species is distributed throughout the tropical and subtropical coastlines of Brazil and in the central Atlantic islands (Fernando de Noronha, Atol das Rocas, Trindade, Ascension Island and Saint Helena) (BERNAL & ROCHA, 2011).

Acanthurus chirurgus (Bloch, 1787) (Plate 3, B). Photographs of two specimens, one taken in March 2013 in the outer area of the Puerto de Las Palmas harbour dike and the other at Maspalomas in June 2014, where the specimen was caught in a fishing trap. This species' area of distribution is located in the western tropical Atlantic – two records of specimens expatriated to the eastern tropical Atlantic (FROESE & PAULY, 2015; BRITO *et al.*, 1999) –.

Acanthurus coeruleus (Bloch & Schneider, 1801) (Plate 3, C). One specimen was examined – 25 cm total length –, having been caught in the outer area of the Puerto de Las Palmas harbour dike in July 2015. Three photographs taken in the same area at approximately 15 metres of depth in March 2013. This species shows an area of distribution covering the tropical and subtropical western Atlantic and has also been listed in Ascension Island (FROESE & PAULY, 2015).

Acanthurus tractus (Poey, 1860) (Plate 3, D). Photographs of three specimens, one taken in March 2013 in the outer area of the Puerto de Las Palmas harbour dike at 15 metres of depth; another one taken in rocky reef front the city, south the harbour, in April 2014 at 15 metres of depth; and a third one taken in Baja de Gando in June 2014, 15-20 metres deep. This species' area of distribution is located in tropical and subtropical coastlines of the north-western Atlantic, from Massachusetts and Bermuda to Trinidad and Tobago, including the Gulf of Mexico and the islands of the Caribbean (BERNAL & ROCHA, 2011).

Pomacentridae

Abudefduf cf. *taurus* (Müller & Troschel, 1848) (Plate 4, B). Photograph of a rod-caught specimen taken at Puerto de Mogán port in August 2015. This species has a tropical Amphi-Atlantic distribution (FROESE & PAULY, 2015).

Chromis multilineata (Guichenot, 1853) (Plate 4, C). Photographs of three specimens taken in June 2015 in the outer area of the Puerto de Las Palmas port dike at 15 metres of depth. This species has a tropical Amphi-Atlantic distribution (FROESE & PAULY, 2015).

Serranidae

Cephalopholis cf. *cruentata* (Lacepède, 1802) (Plate 4, D). Photograph of a specimen caught by a spearfishing in the southern area of Gran Canaria (between Tauro and Taurito) in 2012. This species' area of distribution is located in the tropical western Atlantic (FROESE & PAULY, 2015).

Paranthias furcifer (Valenciennes, 1828) (Plate 4, E-F). One specimen was examined – 34 cm total length –, having been caught in Bajas de Jinamar (Gran Canaria) at 15 metres of depth in May 2015. Another specimen was photographed in the same location and on the same date. Photographs and data were taken of a 20-specimen catch in Puerto de Las Palmas harbour, facing an anchored oil rig, in March 2015. Photographs of yet another four specimens caught in the same area were taken in March 2015. This species has a tropical amphi-Atlantic distribution (FROESE & PAULY, 2015).

Chaetodontidae

Heniochus intermedius (Steindachner, 1893). Three specimens were photographed in Gran Canaria (El Cabrón and Puerto de Las Palmas) between 2013 and 2014, at depths ranging from 18 to 30 m. Its original area of distribution is located in the western Indian Ocean (the Red Sea and the Gulf of Aden) and it is sometimes collected for the aquarium trade (FROESE & PAULY, 2015).

Heniochus acuminatus (Linnaeus, 1758). Photograph of one specimen in the southern area of Tenerife (Arona) in June 2014. Its original area of distribution is located in the Indo-Pacific: East Africa and Persian Gulf to the Society Islands, north to southern Japan, south to Lord Howe Island and throughout Micronesia; it is collected for the aquarium trade (FROESE & PAULY, 2015).

Pomacanthidae

Pomacanthus paru (Bloch, 1787) (Plate 4, G). Photograph of an adult specimen caught in a fishing trap at 18 metres of depth in Jinamar (Gran Canaria) in August 2015. This species shows an area of distribution spreading over the tropical western Atlantic; it is also present in central Atlantic islands of Ascension and St. Paul's Rocks (FROESE & PAULY, 2015). The young are regularly collected for the aquarium marine fish trade (PYLE *et al.*, 2010).

Chaetodontoplus septentrionalis (Temminck & Schlegel, 1844) (Plate 4, H). A specimen caught in Mogán port (Gran Canaria) in August 2015. Its area of distribution comprises the western Pacific: Malay Peninsula, northward to southern Japan (FROESE & PAULY, 2015). It is collected for the aquarium marine fish trade (ALLEN, 2010).

When examining photographs and data, other remarkable findings related to species previously listed yet rarely found become apparent. A very unique case is that of the pomacentrid *Abudefduf hoefleri* (Plate 4, A). This species has been recently cited in Gran Canaria (ESPINO *et al.*, in press) on the grounds of a photograph of adult specimens showing the mating livery. However, the photographs we have examined show smaller specimens and their colouring is easily mistaken by the characteristic *Abudefduf saxatilis* colouring. The latter has also been previously listed in port areas in the Canarias based on photographs. Aiming to clarify this situation, we examined two specimens showing said colouring whose morphometric data are presented in Table 3. We concluded these were both *A. hoefleri* specimens, according to differentiation criteria proposed by EDWARDS (1986) – they showed slightly different values for the morphometric parameters with respect to those presented by said author, nonetheless –. The examination performed of a juvenile specimen also highlighted differences in colouring in regards to that attrib-

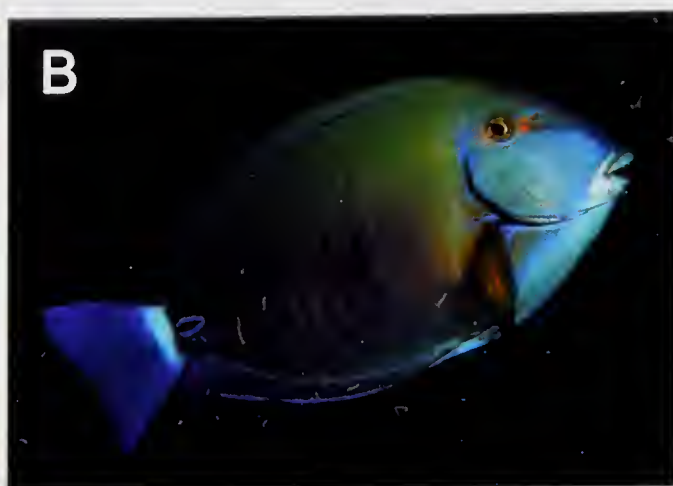


Plate 3.- A) *Acanthurus bahianus*; B) *Acanthurus chirurgus*; C) *Acanthurus coeruleus*; D) *Acanthurus tractus*; E) *Acanthurus monroviae*; F) catches of *Acanthurus monroviae* in Gran Canaria.

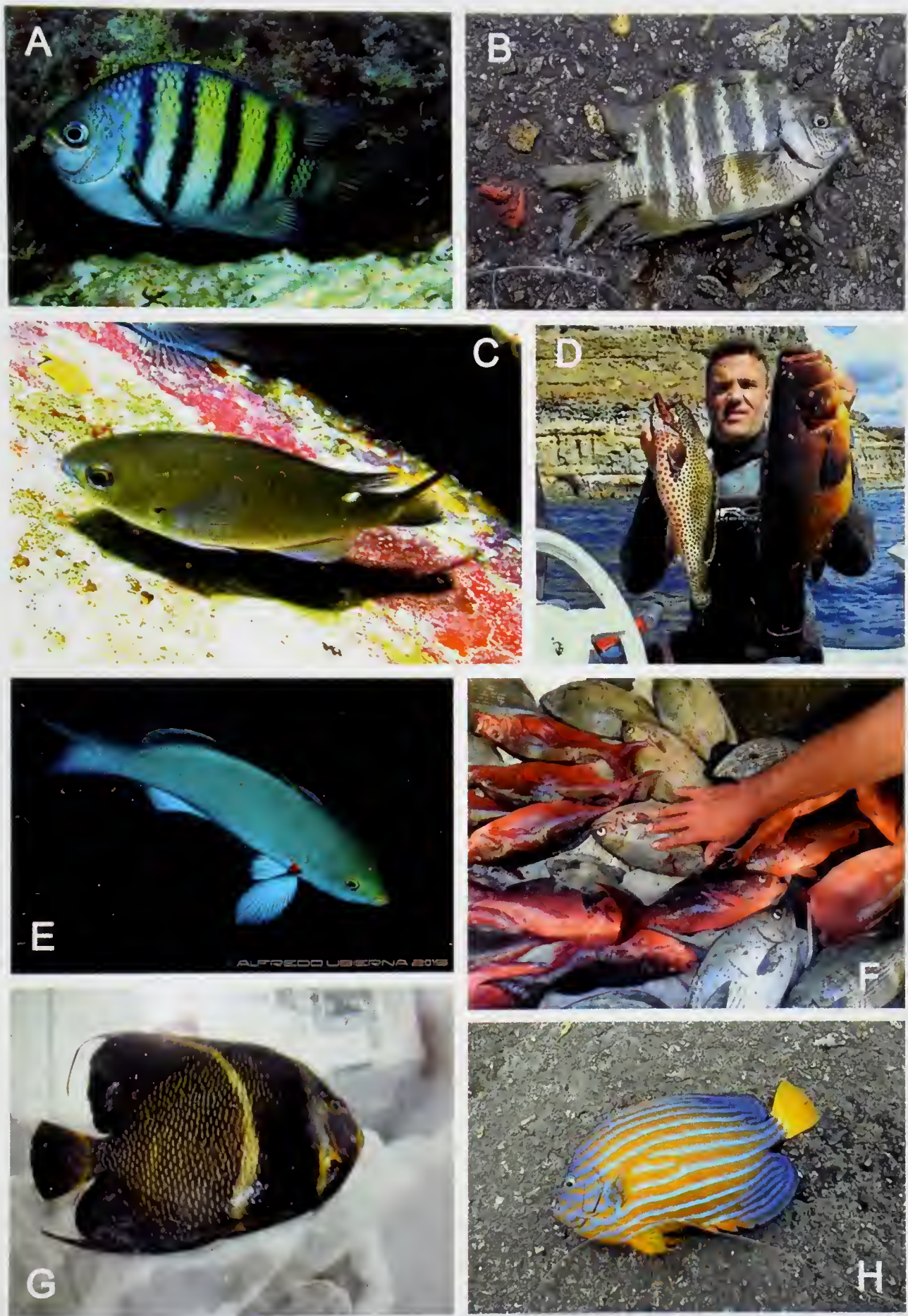


Plate 4.- A) *Abudefduf hoefleri*; B) *Abudefduf* cf. *taurus*; C) *Chromis multilineata*; D) *Cephalopholis* cf. *cruentata* caught alongside *Epinephelus marginatus*; E) *Paranthias fucifer*; F) catches of *Paranthias fucifer* and *Kyphosus* sp. at Las Palmas de Gran Canaria port; G) *Pomacanthus paru*; H) *Chaetodontoplus septentrionalis*.

Table 3.- Counts and measurements (in mm) on fresh specimens of *Abudefduf hoefleri* from the Canary Islands (total length: 205 mm and 150 mm); percentage of morphometric data refer to standard length.

Specimen	Standard length	Head length	Body depth	Head breadth	Least depth caudal peduncle	3º dorsal spine length	Dorsal fin rays	Anal fin rays
1	147	41.0 27.8 %	78.0 18.8 %	27.7 15.5 %	22.8 15.5 %	19.3 13.1 %	XIII + 14	II + 13
2	107	30.2 28.2 %	55.2 51.5 %	21.5 20.0 %	17.0 15.8 %	14.2 13.2 %	XIII + 14	II + 13

uted to young *A.saxatilis* (see FROESE & PAULY, 2015). Recently – September 2015 –, the first catch of this species was recorded in Tenerife (Punta de Teno), where other individuals were also observed.

It is also worth mentioning how often photographs of living as well as caught *Acanthurus monroviae* (Plate 3, E-F) specimens are seen. This species was first recorded in the Canary Islands in 1991, and it has occasionally been spotted in Tenerife and Gran Canaria since (BRITO, *et al.*, 2005). Their presence in Puerto de Las Palmas port is now commonplace, as it is in the southern areas of the island, where small-scale fishery have registered a number of significant caught. Along these lines, two more specimens of *Cephalopholis taeniops* have been registered in the rocky bottoms surrounding Puerto de Las Palmas port in 2013 and 2014. The occurrence of this species had been previously detected in the two main port as linked to oil rigs coming from the Guinean Gulf (BRITO *et al.*, 2011). The caught of an African butterflyfish specimen – *Prognathodes marcellae* – in Castillo del Romeral (Gran Canaria) in 2014 alongside another one in Santa Cruz port in 2013 should be noted as well, given that these have become the third and fourth records in the Canarias (BRITO *et al.*, 2005).

In terms of species that have evidently been released into the sea from aquariums, up until now, only one *Pomacanthus maculosus* specimen showing adult colouring had been recorded (BRITO *et al.*, 2005), but another large specimen with sub-adult colouring was photographed in Los Cristianos (Tenerife) in November 2012.

DISCUSSION

Results show that the tropicalization process in Canarian littoral ichthyofauna has sped up after starting off steeply in the late 80s and the early 90s (BRITO *et al.*, 2005). Anthropogenic activities have been very much at the root of it, oil platforms having played an important role from 2009 onwards (BRITO *et al.*, 2011). This is especially true of certain oil rigs that have arrived at Puerto de Las Palmas de Gran Canaria harbour.

Amongst the newly identified species, only *Parablennius goreensis* is really likely to have reached the area through its own dispersal means. It is a case of natural enlargement of the distribution range. Its known area of distribution reached to the Banc d’Arguin in Mauritania according to BATH & WIRTZ (1992). It was first spotted in 2012 in Tenerife in a locality far away from the island’s ports, and has since spread over the entire archipelago, where it keeps a large population, possibly favoured by increased water tempera-

tures (VÉLEZ *et al.*, 2015). It is thought that it may have displaced *Parablennius pilicornis*, however, these two species coexist in Banc d'Arguin (BATH & WIRTZ, 1992). A similar happening to that of the gobiid *Gnatholepis thomsoni*, recorded for the first time in Canarias in 1998. Nowadays, this species is abundantly present in all islands (BRITO *et al.*, 2005; A. BRITO, unpublished data), and it even reached Madeira in 2002 and has shown an increased population in recent years (WIRTZ *et al.*, 2008).

Three of the species were clearly originally specimens bred in aquariums and released into the sea once they reached large sizes. Such is the case of the two species of *Heniochus* and *Chaetodontoplus septentrionalis*, given that their areas of distribution are located far away, beyond the Atlantic Ocean, they are part of the contingent of fish involved in the international aquarium trade, and specimens seen are always large in size. We had previously detected one case when *Pomacanthus maculosus* appeared in Tenerife (BRITO *et al.*, 2005). This species is original from the Red Sea and areas close to the western section of the Indian Ocean. We have now also registered another specimen in the island. It seems highly unlikely for these very thermophilic species showing such low frequency of occurrence to develop populations in the Canarias, thus becoming an environmental problem. There is more room for discussion in the case of *Pomacanthus paru*, a species original from the tropical western Atlantic. Although it is part of the aquarium trade, it has also been found to be associated to oil rigs (i. e., RAUCH, 2004).

We cannot rule out the potential for some of the species to have arrived carried by ballast water, especially in the case of small sized species, given that other cases known can only be explained by this means of transport, recorded in the surroundings of the main ports. The most spectacular amongst them is the butterflyfish *Chaetodon sanctaehelenae*, endemic to Saint Helena and Ascension Island in the tropical central Atlantic (FROESE & PAULY, 2015). Six expatriate specimens of this species were registered in Santa Cruz port and its surrounding towards the south of the island between 1993 and 1998 (BRITO & FALCÓN, 1996; BRITO *et al.*, 2005). These are its only records outside of its natural distribution area. Another specimen was photographed later on in Las Eras (eastern coast of Tenerife) in October 2006.

For the majority of the newly recorded species, the introduction vector appears to have been fouling associated transport in oil rigs. They have been recorded in Gran Canaria, in the Las Palmas port and its surroundings, although *Cephalopholis cruentata*, *Abudefduf hoefleri*, *Hypleurochilus* and certain acanthurids show records in remote locations on the island. The analysis of the species' geographical distribution has pointed out that platforms must have arrived from three biogeographic provinces – the Guinean Gulf, and the northern and the southern regions of the tropical western Atlantic –. This becomes especially apparent in the case of the five acanthurid species. Information available confirms both this and that oil rigs coming from the western Atlantic brought along large masses of fouling, including coral formations. On a different note, most recorded species belong to families that do not typically spread out and cross biogeographic borders by the means of rafting (i. e. LUIZ *et al.*, 2015), and their association to oil platforms is however well known (i. e., RAUCH, 2004; FRIEDLANDER *et al.*, 2015). During their studies in Gabon platforms, the latter authors found that the most abundant species in terms of number of specimens and biomass was *Paranthias furcifer*, the second and third ones in number of specimens being *Chromis multilineata* and *Abudefduf hoefleri*. *Acanthurus monroviae* achieved significant

representation in terms of weight , however smaller than that of the two pomacentrids. These same authors attribute a high value in terms of number of specimens and a slightly lower value in weight to an unidentified species belonging to the *Kyphosus* genus. In that respect, it is also worth mentioning that photographs of fishing catches taking place in areas close to Puerto de Las Palmas harbour as well as other photographs taken from the outer dike of said port between 2014 and 2015 have been examined and seen to show specimens of a *Kyphosus* species that may well not be the one native to the Canarias. Failing to get hold of specimens, identification was not possible. Furthermore, a noticeable discussion on the issue of the identity of different Atlantic species is currently taking place (R. FRICKE, *com. in litt.*).

It is clear now that the arrival of oil platforms to the two main ports in the Canary Islands for the purposes of cleaning and repair works – a commercial activity currently blooming with further growth predicted in the years to come – may well give rise to transformations in the coastal ichthyofauna and marine ecosystems of the Canary Islands. All the more since transport takes place from tropical areas in a current context of climate change that is causing the archipelago's shallow waters' temperatures to raise, especially so during the wintertime (VELEZ et al., 2015). However true that emigrated thermophilic species may find it difficult to breed, we have evidence that at least two species – *Hypleurochilus pseudoaequipinnis* and *Abudefduf hoefleri* – already are reproduced in Gran Canaria.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Alfredo Ubierna, Juan Carballo, Cristo Almeida, Alejandro Báez, Tanausú Motas, Besay Sánchez, Mario Siverio, Aridani Quintana, Cristina Camacho, Fernando Ros, Juan José Sánchez, Juan Martínez, Isabel Sancibrián and Ayoze Afonso for their collaboration to our information, photography and sample collection process. Dr. Ronald Fricke and Dr. Sergio Floeter contributed by providing comments and relevant literature. Andrés Delgado and Juan José Bacallado by arrangement of images and mounting plates. Thanks to M. M. Brito Campos who assisted with the translation into English.

REFERENCES

- AFONSO, P., F. M. PORTEIRO, J. FONTES, F. TEMPERA, T. MORATO, T., F. CARDIGOS & R. S. SANTOS. 2013. New and rare coastal fishes in the Azores islands: occasional events or tropicalization process? *Journal of Fish Biology* 83: 272-294.
- ALLEN, G. 2010. *Chaetodontoplus septentrionalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010:e.T165882A6156389.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010RLTS.T165882A6156389.en>
- BAÑON, R., R. VILLEGAS-RÍOS, A. SERRANO, G. MUCIENTES, & J. C. ARRONTE. 2010. Marine fishes from Galicia (NW Spain): an updated checklist. *Zootaxa* 2667: 1-27.
- BATH, H. 1977. Revision der Blenniini (Pisces: Blenniidae). *Senckenbergiana Biologica* 57 (4/6): 167-234.

- BATH, H. 1990. Taxonomie und Verbreitung von *Parablennius* Ribeiro 1915 an der W-Küste Afrikas und den Kapverdischen Inseln mit Revalidation von *P. verryckeni* (Poll 1959) und Beschreibung drei neuer Arten (Pisces: Blenniidae). *Senckenbergiana Biologica* 70 (1/3): 15-69.
- BATH, H. 1994. Untersuchung der Arten *Hypleurochilus geminatus* (Wood, 1825), *H. fissicornis* (Quoy & Gaimard 1824) und *H. aequipinnis* (Günther 1861), mit Revalidation con *Hypleurochilus multifilis* (Girard 1858) und Beschreibung von zwei neuen Arten (Pisces: Blennidae). *Senckenbergiana Biologica* 74 (1/2): 59-85.
- BATH H. & P. WIRTZ. 1992. On a collection of blenniid fishes from Mauritania, with a redescription of *Spaniblennius rioudourensis* (Metzelaar, 1919). *Zoologische Mededelingen* 66 (13): 265-272.
- BERNAL, M. A. & L. A. ROCHA. 2011. *Acanthurus tractus* Poey, 1860, a valid western Atlantic species of surgeonfish (Teleostei, Acanthuridae), distinct from *Acanthurus bahianus* Castelnau, 1855. *Zootaxa* 2905: 63-68.
- BRITO, A. & J. M. FALCÓN. 1996. Capture of the St. Helena butterfly fish, *Chaetodon sanctaehelenae* (Chaetodontidae) in the Canary Islands. *Cybium* 20 (1): 99-100.
- BRITO, A. & J. M. FALCÓN. 2007. Primera cita para Canarias de dos nuevos peces de origen tropical: *Diodon holocanthus* Linnaeus, 1758 y *Canthidermis maculata* (Bloch, 1786). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 18 (4): 89-92.
- BRITO A., J. M. FALCÓN & R. HERRERA. 2005. Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las islas Canarias y su relación con cambios ambientales y actividades antrópicas. *Vieraea* 33: 515-525.
- BRITO, A., R. HERRERA, J. M. FALCÓN, J. A. GARCÍA-CHARTON, J. BARQUÍN & A. PÉREZ-RUZAF. 1999. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de las islas de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 11 (3-4): 27-41.
- BRITO, A., S. CLEMENTE, & R. HERRERA. 2011. On the occurrence of the African hind, *Cephalopholis taeniops*, in the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): introduction of large-sized demersal littoral fishes in ballast water of oil platforms? *Biological Invasions* 13: 2185-2189.
- CLEMENTE, S., J. C. HERNÁNDEZ, A. RODRÍGUEZ, & A. BRITO. 2010. Identifying keystone predators and the importance of preserving functional diversity in sublittoral rocky-bottom áreas. *Marine Ecology Progress Series* 413: 55-67.
- EDWARDS, A. 1986. A new damselfish, *Chromis lubbocki* (Teleostei: Pomacentridae) from the Cape Verde Archipelago, whit notes on other Eastern Atlantic pomacentrids. *Zoologische Mededelingen* 60: 181-207.
- ESPINO, F., F. TUYA & A. BRITO. En prensa. Occurrence of the African sergeant, *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae) in the Canary Islands waters. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*.
- FERREIRA, C. E. L., J. E. A. GONÇALVES & R. COUTINHO. 2006. Ship hulls and oil platforms as potential vector to marine species introduction. *Journal of Coastal Research* 39: 1340-1345.
- FRIEDLANDER A. M., E. BALLESTEROS, M. FAY & E. SALA. 2014. Marine Communities on Oil Platforms in Gabon, West Africa: High Biodiversity Oases in a Low Biodiversity Environment. *PLoS ONE* 9 (8): e103709.doi:10.1371/journal.pone.0103709-

- FROESE, R. & D. PAULY. Editors. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2015).
- GARCÍA-MEDEROS, A. M. & V. M. TUSET. 2014. First record of African brown snapper *Lutjanus dentatus* in the Canary Islands (north-eastern Atlantic Ocean). *Marine Biodiversity Records*, doi: 10.1017/S1755267214000682; Vol. 7; e65; page 1-3.
- HERNÁNDEZ, J. C., S. CLEMENTE, C. SANGIL & A. BRITO. 2008. The key role of the sea urchin *Diadema* aff. *antillarum* in controlling macroalgae assemblages throughout the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): a spatio-temporal approach. *Marine Environmental Research* 66:259-270.
- OSMAR J. L., A. P. ALLEN, D. R. ROBERTSON, S. R. FLOETER, & J. S. MADIN. 2015. Seafarers or castaways: ecological traits associated with rafting dispersal in tropical reef fishes. *Journal of Biogeography*, doi: 10.1111/jbi.12574.
- OTERO-FERRER, F., R. HERRERA, A. LÓPEZ, J. SOCORRO, L. MOLINA & C. BOUZA. 2015. First records of *Hippocampus algiricus* in the Canary Islands (north-east Atlantic Ocean) with an observation of hybridization with *Hippocampus hippocampus*. *Journal of Fish Biology*, doi:10.1111/jfb.12760
- PYLE, R., MYERS, R., ROCHA, L.A. & CRAIG, M.T. 2010. *Pomacanthus paru*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T165898A6160204. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-4.RLTS.T165898A6160204.en>
- RAUCH, T. J. 2004. Predators and the Distribution and Abundance of Blennies on Offshore Petroleum Platforms. *Gulf and Caribbean Research* 16 (2): 141-146.
- VÉLEZ P., M. GONZÁLEZ, M. D. PÉREZ & A. HERNÁNDEZ. 2015. Open ocean temperature and salinity trends in the Canary Current Large Marine Ecosystem. En Valdés J. L. and Déniz G. I. (2015) “*Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*”. IOC-UNESCO, 13 pp. IOC Technical Series 115. Paris.
- WIRTZ, P., C. E. L. FERREIRA, S. R. FLOETER, R. FRICKE, J. L. GASPARINI, T. IWAMOTO, L. ROCHA, C. L. S. SAMPAIO & U. K. SCHLIEWEN. 2007. Coastal Fishes of São Tomé and Príncipe islands, Gulf of Guinea (Eastern Atlantic Ocean)-an update. *Zootaxa* 1523: 1-48.
- WIRTZ, P., FRICKE, R. & M. J. BISCOITO. 2008. The coastal fishes of Madeira Island – new records and an annotated check-list. *Zootaxa* 1715: 1-26.
- WOLFSON, A. (1976). Submerged platform structure communities. In A. J. Mearns and M. M. Moore (Eds), *Biological Study of Oil Platforms Hilda and Hazel, Santa Barbara Channel, California, Final Report*. Institute of Marine Resources, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California. pp. 3844.
- ZENETOS, A. S. GOFAS, C. MORRI, A. ROSSO, D. VIOLANTI, J. E. GARCÍA RASO, M. E. ÇINAR, A. ALMOGI-LABIN, A. S. ATES, E. AZZURRO, E. BALLESTEROS, C. N. BIANCHI, M. BILECENOGLU, M. C. GAMBI, A. GIANGRANDE, C. GRAVILI, O. HYAMS-KAPHZAN, P. K. KARACHLE, S. KATSANEVAKIS, L. LIPEJ, F. MASTROTOTARO, F. MINEUR, M. A. PANCUCCI-PAPADOPOULOU, A. RAMOS-ESPLÁ, C. SALAS, G. SAN MARTÍN, A. SFRISO, N. STREFTARIS & M. VERLAQUE. 2012. Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. *Mediterranean Marine Science* 13/2: 328-352.

**Occurrence of the African Sergeant,
Abudefduf hoefleri (Steindachner, 1881)
(Actinopterygii: Pomacentridae)
in the Canary Islands Waters**

Espino^{1*}, F., Tuya¹, F. & Brito², A.

¹ Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (BIOCON)

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Campus de Tafira 35017 Las Palmas, Islas Canarias, España

² Grupo de Investigación en Biología, Ecología Marina y Conservación (BIOECOMAC)

Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología (U D. de Ciencias Marinas)

Facultad de Ciencias, Sección de Biología, Universidad de La Laguna

38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

* Corresponding author: Fernando Espino

email: fesprod@gobiernodecanarias.org

ABSTRACT

Pomacentridae is one of the most numerous families of fishes (both in number of species and number of individuals). Pomacentrids are mainly distributed in tropical seas, especially in the Indo-Pacific, but some members occur at subtropical and temperate latitudes. During a scientific diving at the North-East of Gran Canaria Island, October 2014, two individuals of the African sergeant, *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae), were sighted and photographed in a rocky reef, 39 m depth. The presence of the species in the Canary Islands waters increase the number of tropical affinity fish species in this archipelago. The arrival of these warm-affinity species could be related to some human activities (e.g. shipping and oil platforms traffic); while increased sea surface temperature in the last decades may also contribute to facilitate the dispersion of such species.

Key words: tropical fish, tropicalization, Pomacentridae, Gran Canaria Island.

RESUMEN

Pomacentridae es una de las familias más numerosas de peces (en número de especies y de individuos). Se distribuye principalmente en los mares tropicales, especialmente en el Indo-Pacífico, pero también en latitudes subtropicales y templadas. Durante una inmersión científica realizada al Noreste de la isla de Gran Canaria, Octubre de 2014, dos in-

dividuos de ‘sargento africano’, *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae), fueron avistados y fotografiados en un arrecife rocoso, a 39 m de profundidad. Su presencia en aguas canarias incrementa el número de especies de peces de afinidad tropical en el archipiélago. La llegada de algunas de estas especies podría estar relacionada con determinadas actividades antrópicas (e.g. tráfico de buques y plataformas petrolíferas); mientras el incremento de la temperatura del agua del mar en Canarias en las últimas décadas puede contribuir también a la dispersión de las mismas.

Palabras clave: pez tropical, tropicalización, Pomacentridae, Isla de Gran Canaria.

1. INTRODUCTION

Damselfishes and clownfishes (Pomacentridae) include, approximately, 29 genera and 394 species (ESCHMEYER, 2015). Pomacentrids are distributed mainly in tropical seas, especially in the Indo-Pacific, but some members can be also found in subtropical and temperate latitudes. These are marine species, rare in brackish waters. These fishes inhabit coral and rocky reefs, but are also common on other shallow-water habitats, including sand and rubble patches, silty embayments, harbours, and seagrass meadows. Pomacentrids are one of the most numerous groups occurring on tropical reefs, in terms of both number of species and number of individuals. Most species are highly territorial, especially during reproductive periods, when males guard and aerate eggs. Food habits are variable (e.g. herbivorous, omnivorous, planktivorous). Larger species, such as various member of the genus *Abudefduf*, are sometimes seen in markets, but the family is not considered as an important economic resource in terms of human consumption. Their most important commercial use is as aquarium fishes (ALLEN, 2001). The genus *Abudefduf* comprise 103 species (FROESE & PAULY, 2015), and is characterized by teeth incisiform in a single row; upper and lower edges of caudal-fin base without projecting spines; vertical scale rows about 28; horizontal scale rows from lateral line to origin of anal fin less than 12; horizontal scale rows above middle of lateral line usually 3 to 3 ½ (ALLEN, 2001; CARTER, 2002). In this work, some bio-ecological data on the observation of specimens of *Abudefduf hoefleri* in the Canary Islands waters are given and discussed.

2. MATERIAL AND METHODS

Recreational or professional scuba diving focused on biodiversity observations and underwater photography proved useful instrumental in providing information about the presence and distribution of fish fauna, including the most easily overlooked species (RIOLO & BETTI, 2015). Fish were observed during a scientific diving at the North-East of Gran Canaria Island, 27°58'N 15°36'W, October 2014, in a rocky reef, 28°02'41.8"N 15°22'28.25"W. Sea surface temperature during the observation was 23.5°C. The reef is an isolated rocky outcrop, located ca. 1.5 km away from the coast, 39 m depth. The rocky substratum is an urchin-grazed barren, as a result of overgrazing by the sea urchin *Diadema africanum* Rodríguez, Hernández & Clemente, 2010. The reef is surrounded by sand and concentrates schools of coastal fishes (e.g. *Boops boops*, *Sarpa salpa*, *Diplodus vulgaris*,



Figure 1.- Specimens of the African sergeant *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) recorded at Baja de Jinámar, North-East of Gran Canaria Island (Canary Islands).

Pagellus acarne); the characteristics fish species associated with this type of habitat in the Canary Islands are abundant here (e.g. *Thalassoma pavo*, *Chromis limbata*, and *Similiparma lurida*).

3. RESULTS

Two individuals of the African sergeant, *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae), were sighted and photographed (Figure 1). One individual was ca. 20 cm total length (TL), and exhibited a colour pattern of a territorial male: the body is blue, with the margins of dorsal, pelvic and anal fins sharp blue; pectoral and caudal fins are dark; characteristic draw of black spots in front of the head; margins of the preopercule and opercule in black; upper and lower parts of the mouth in black (see Figure 1 and 2, and photo by P. WIRTZ in www.fish-base.org). The other individual was ca. 15 cm TL, and exhibited the same colour pattern. They showed a shy behaviour respect the divers, swimming quickly near the wall of the reef, and hiding in small crevices and holes between the rocks.



Figure 2.- Detail of the head of *A. hoefleri*

4. DISCUSSION

The African sergeant is distributed in the tropical Eastern Atlantic, from Senegal to Benin, including the Cape Verde Islands, Ilheu das Rolas and São Tomé, inhabiting rocky reefs on littoral waters (EDWARDS, 1986; LLORIS & RUCABADO, 1990; WIRTZ *et*

al., 2007, 2013; HANEL & JOHN, 2015). The maximum length reported for this species is 20 cm TL (REINER, 1996). Up to day, Pomacentridae comprise three species in the Canary Islands: *Chromis limbata* (Valenciennes, 1833); *Similiparma lurida* (Cuvier, 1830), previously cited as *Abudefduf luridus* (BRITO, 1991; BRITO *et al.*, 2002), this species was recently reassigned to *Similiparma* (COOPER *et al.*, 2014), only known off the Azores, Madeira, Selvagens, Canary and Cape Verde archipelagos; and *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758) a rare species in the Canary Island (BRITO *et al.*, 2002). The last species exhibits large morphologic and colour pattern similarities with *A. hoefleri* (EDWARDS, 1986), the main difference between these two species is the colour pattern of the adult males. *Abudefduf hoefleri* was first recorded in the Canary Islands waters by TRIAY-PORTELLA *et al.* (2015, in press). These authors caught and studied some individuals in and around the Port of Las Palmas: one resting female, 22.8 cm TL, Pier Reina Sofia, 28°07'N 15°24'W, 18-19 m over a bottom of 21 m depth, March 2015, rocky breakwater; and four maturing males, 19.3-22.0 cm TL, off San Cristóbal, 28°04'N 15°24'W, 18 m, April 2015, rocks with sand. The same authors indicate that the origin of individuals of *A. hoefleri* could be related to the heavy overseas traffic of oil platforms, with destination toward the Port of Las Palmas. These records were made at ca. 0 and 4.4 km from Las Palmas Port; while the observation of this work was 8.8 km away and southward from Las Palmas Port, in a wild environment, indicating a relative spreading of this species in the waters of Gran Canaria Island.

The colour pattern of the two males sighted is according to the distinct pairing during breeding in this species (BREDER & ROSEN, 1966), and suggests that the species could be reproducing in Gran Canaria Island, and probably spreading through littoral waters. An example of introduced species with colonization success is *A. saxatilis*, recorded for the first time in the Canary Islands by BRITO (1991, as *A. marginatus*) based on one individual caught at Port of Santa Cruz de Tenerife, and one more individual sighted in a beach near the same port (BRITO *et al.*, 2002). Since these records, *A. saxatilis* is spreading (BRITO *et al.*, 2005), and currently exhibits well established population around Gran Canaria Island (TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015, in press). Climatically driven changes may affect competitive interactions between non-indigenous species and native species, due to the onset of new thermal optima (OCCHIPINTI-AMBROGI, 2007). What is more, studies on interspecific competition in Pomacentridae have demonstrated that territorial species of large size can control the abundance and habitat use of congener species (ROBERTSON, 1996). This suggests that the spread of the large species, i.e. *A. saxatilis* and *A. hoefleri*, in the Canary Islands waters could have ecological implication for native species, especially for *S. lurida*, a smaller size benthic territorial species.

The number of tropical-affinity species is increasing in the Canary Islands waters. Recently, BRITO *et al.* (2011) recorded the African hind, *Cephalopholis taeniops* (Valenciennes, 1828), from Gran Canaria, and GARCÍA-MEDEROS & TUSET (2014) recorded the African brown snapper, *Lutjanus dentatus* (Duméril, 1858), from the same island. The gradual displacement of warm-affinity fishes toward septentrional latitudes had been pointed out in many works, including the Central and Eastern Atlantic, i.e. Azores, Madeira, Canaries, Galicia, the West coast of Portugal, and the Mediterranean Sea (see BRITO *et al.*, 2005 and references therein; HORTA COSTA *et al.*, 2014). In the Canary Islands, 80% of the 30 new records of actinopterygians littoral fishes, between 1991 and 2005, corre-

sponded to species of tropical origin (BRITO *et al.*, 2005). Furthermore, this phenomenon of ‘tropicalization’ has been recorded in some areas of the Canarian Archipelago (see FALCÓN *et al.*, 2002 and ESPINO *et al.*, 2014). Recently, two species of tropical fishes were found in Gran Canaria Island: *Echiophis punctifer* (Ophichthidae) (A. BOYRA pers. obs.), a species distributed in tropical areas of the Eastern and Western Atlantic; and *Hypleurochilus* sp. (Blenniidae) (A. UBIERNA pers. com.). In addition, other warm-affinity species observed in Gran Canaria Island were: *Rhincodon typus* (Rhincodontidae), *Grammonus longhursti* (Bythitidae), *Holocentrus adscensionis* (Holocentridae), *Caranx crysos* (Carangidae), *Lutjanus goreensis* (Lutjanidae), *Prognathodes marcellae* (Chaetodontidae), *Gnatholepis thompsoni* (Gobiidae), *Acanthurus monroviae* (Acanthuridae), *Canthidermis sufflamen* (Balistidae) and *Chilomycterus reticulatus* (Diodontidae). Of these, only *G. thompsoni* and *C. reticulatus* seem to have stable populations in the island. The way that these species reached the Canarian waters is not clear, although it seems that the introduction related to the transport of ballast water in ships and oil rigs is the principal way (BRITO *et al.*, 2011; PAJUELO *et al.*, 2015, in press; TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015, in press); another way is the dispersion by their own dispersal abilities, especially in species with large pelagic larval stage, which is facilitated by increased sea surface temperatures in the Canaries in the last decades (BRITO *et al.*, 2005, 2011).

5. ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully thank Tony Sánchez for his help during field works and Peter Wirtz for his useful comments. Special thank goes to M. T. Espino.

6. REFERENCES

- ALLEN, G. R. 2001. Pomacentridae. pp. 3337-3356. In: Carpenter, K. E. & V. H. Niem (Eds.). *Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific*, Vol. 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae). FAO. Rome.
- BREDER, C. M. & D. E. ROSEN. 1966. *Modes of reproduction in fishes*. T. F. H. Publications, Neptune City, New Jersey. 941 pp.
- BRITO, A. 1991. Catálogo de los Peces de las Islas Canarias. Francisco Lemus Editor. 230 pp.
- BRITO, A., P. J. PASCUAL, J. M. FALCÓN, A. SANCHO & G. GONZÁLEZ. 2002. *Peces de las Islas Canarias. Catálogo Comentado e Ilustrado*. Francisco Lemus Editor. 419 pp.
- BRITO, A., J. M. FALCÓN & R. HERRERA. 2005. Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las islas Canarias y su relación con cambios ambientales y actividades antrópicas. *Vieraea*, 33: 515-525.
- BRITO, A., S. CLEMENTE & R. HERRERA. 2011. On the occurrence of the African hind, *Cephalopholis taeniops*, in the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): in-

- roduction of large-sized demersal littoral fishes in ballast water of oil platforms? *Biological Invasions*, 13: 2185-2189.
- CARTER, J. A. 2002. Pomacentridae. pp. 1694-1700. In: Carpenter, K. E (Ed). *Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic*, Vol. 3. Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae). FAO. Rome.
- COOPER, W. J., R. C. ALBERTSON, R. E. JACOB & M. W. WESTNEAT. 2014. Re-description and reassignment of the damselfish *Abudefduf luridus* (Cuvier, 1830) using both traditional and geometric morphometric approaches. *Copeia*, 14: 473-480.
- EDWARDS, A. 1986. A new damselfish, *Chromis lubbocki* (Teleostei: Pomacentridae) from the Cape Verde Archipelago, with notes on other Eastern Atlantic pomacentrids. *Zoologische Mededelingen*, 60: 181-207.
- ESCHMEYER, W. N. (Ed.) 2015. Catalog of fishes: genera, species, references. www.research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp (accessed 15 may 2015).
- ESPINO, F., J. A. GONZÁLEZ, A. BOYRA, C. FERNÁNDEZ, F. TUYA & A. BRITO. 2014. Diversity and biogeography of fishes in the Arinaga-Gando area, east coast of Gran Canaria (Canary Islands). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 26: 9-25.
- FALCÓN, J. M., A. BRITO, P. PASCUAL, G. GONZÁLEZ, A. SANCHO, M. CABRERA, A. BÁEZ, P. MARTÍN-SOSA & J. BARQUÍN. 2002. Catálogo de los peces de la Reserva Marina de La Graciosa e Islotes al norte de Lanzarote. Tropicalización reciente del poblamiento íctico. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 14: 119-138.
- FROESE, R. & D. PAULY. 2015. FishBase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org (accessed 15 may 2015).
- GARCÍA-MEDEROS, A. M. & V. M. TUSET. 2014. First record of African brown snapper *Lutjanus dentatus* in the Canary Islands (north-eastern Atlantic Ocean). *Marine Biodiversity Records*, 7 (e65): 1-3.
- HANEL, R. & H. C. JOHN. 2015. A revised checklist of Cape Verde Islands sea fishes. *Journal of Applied Ichthyology*, 31: 135-169.
- HORTA COSTA, B., J. ASSIS, G. FRANCO, K. ERZINI, M. HENRIQUES, E. J. GONÇALVES & J. E. CASELLE. 2014. Tropicalization of fish assemblages in temperate biogeographic transition zones. *Marine Ecology Progress Series*, 504: 241-252.
- LLORIS, D. & J. RUCABADO. 1990. Pomacentridae. pp. 842-850. In: Quéro, J. C., J. C. Hureau, C. Karrer, A. Post & L. Saldanha (Eds.). *Check-list of the Fishes of the Eastern Tropical Atlantic* (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2.
- OCCHIPINTI-AMBROGI, A. 2007. Global change and marine communities: Alien species and climate changes. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 342-352.
- PAJUELO, J. G., J. A. GONZÁLEZ, R. TRIAY-PORTELLA, J. A. MARTÍN, R. RUIZ-DÍAZ, J. M. LORENZO & Á. LUQUE. 2015. Introduction of non-native marine fish species to the Canary Islands waters (central-eastern Atlantic) through oil rigs. *Hydrobiologia*, (in press).

- REINER, F. 1996. Catálogo dos peixes do Arquipélago de Cabo Verde. *Publicações avulsas do IPIMAR* No. 2. 339 pp.
- RIOLO, F. & F. BETTI. 2015. First record of Europe's smallest marine fish *Lebetus guileti* (Gobiidae) in the Italian seas. *Marine Biodiversity Records*, 8 (e12): 1-3.
- ROBERTSON, D. R. 1996. Interspecific competition controls abundance and habitat use of territorial Caribbean damselfishes. *Ecology*, 77: 885-899.
- TRIAY-PORTELLA, R., J. G. PAJUELO, P. MANENT, F. ESPINO, R. RUIZ-DÍAZ, J. M. LORENZO & J. A. GONZÁLEZ. 2015. New records of non-indigenous fishes (Perciformes and Tetraodontiformes) from the Canary Islands (north-eastern Atlantic). *Cybbium*, (in press).
- WIRTZ, P., C. E. L. FERREIRA, S. R. FLOETER, R. FRICKE, J. L. GASPARINI, T. IWAMOTO, L. ROCHA, C. L. S. SAMPAIO & U. K. SCHLIEWEN. 2007. Coastal fishes of São Tomé and Príncipe islands, Gulf of Guinea (eastern Atlantic Ocean) – an update. *Zootaxa*, 1523: 1-48.
- WIRTZ, P., A. BRITO, J. M. FALCÓN, R. FREITAS, R. FRICKE, V. MONTEIRO, F. REINER & O. TARICHE. 2013. The coastal fishes of the Cape Verde Islands – new records and an annotated check-list. *Spixiana*, 36: 113-142.

**Occurrence of the Torroto Grunt,
Genyatremus cavifrons (Cuvier, 1830)
(Actinopterygii: Haemulidae) In The Canary Islands
(Eastern Atlantic Ocean)**

Espino^{1*}, F., Ramírez¹, B. & Brito², A.

¹ Grupo de Investigación en Biodiversidad y Conservación (BIOCON), Instituto ECOAQUA
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Campus de Tafira 35017 Las Palmas, Islas Canarias, España

² Grupo de Investigación en Biología, Ecología Marina y Conservación (BIOECOMAC)
Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología (U D. de Ciencias Marinas)
Facultad de Ciencias, Sección de Biología, Universidad de La Laguna
38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

* Corresponding author: Fernando Espino
email: fesprod@gobiernodecanarias.org

ABSTRACT

One specimen of the Torroto grunt, *Genyatremus cavifrons* (Cuvier, 1830), was caught at the southeastern coast of Gran Canaria Island, Canary Islands, northeastern Atlantic ocean. This is a Western Atlantic species, distributed in the southern Lesser Antilles and northern coast of South America, from eastern Colombia to Brazil. The most plausible hypothesis to explain this occurrence is the introduction through shipping, particularly of oil rigs.

Key words: non-native fish, introduction, Haemulidae, oil platforms, Western Atlantic species.

RESUMEN

Un ejemplar de roncador tropical, *Genyatremus cavifrons* (Cuvier, 1830), fue capturado en el sureste de la isla de Gran Canaria, islas Canarias, océano Atlántico noreste. Se trata de una especie característica del Atlántico oeste, que se distribuye por el sur de las Antillas Menores y costas del norte de Suramérica, desde el este de Colombia hasta Brasil. La hipótesis más plausible para explicar esta presencia es la posible introducción asociada al tráfico marítimo, particularmente al de plataformas petrolíferas.

Palabras clave: especie no nativa, introducción, Haemulidae, plataformas petrolíferas, especie del Atlántico oeste.

1. INTRODUCTION

The family Haemulidae comprises *ca.* 19 genera and 145 species of fish (ESCHMEYER & FRICKE, 2015; TAVERA *et al.*, 2012). The name of the family derives from the sound produced by the grinding of pharyngeal teeth. The diagnostic characters are: oblong, compressed, perchlike fishes to 75 cm total length. Head profile strongly convex in most species. Small to moderate mouth with thick often lips; chin with 2 pores anteriorly and, in all but 1 genus, a median groove. Teeth conical, in a narrow band in each jaw, the outer series enlarged but no canines. No teeth on roof of mouth. Posterior margin of suborbital not exposed; preopercle with posterior margin slightly concave and serrated; opercle with 1 spine. Branchiostegal rays 7. Vertebrae 26 or 27 (10 or 11 + 16). Dorsal fin continuous, with 9 to 14 strong spines and 11 to 26 soft rays. Pectoral fins moderately long; pelvic fins below base of pectoral fins, with 1 spine and 5 soft rays. Anal fin with 3 strong spines, the second often very prominent, and 6 to 18 soft rays; caudal fin emarginate to forked. Scales ctenoid (rough to touch), small or moderate, extending onto entire head (except front of snout, lips, and chin). The colour is highly variable, ranging from uniformly coloured to striped, banded, blotched and spotted. (LINDEMAN & TOXEY, 2003; FROESE & PAULY, 2015).

The family has a broad geographic distribution that encompasses contrasting ecological habitats (TAVERA *et al.*, 2012). Species of Haemulidae are nearly all from tropical and subtropical waters of the Atlantic, Indian and Pacific oceans. Fishes of shallow, nearshore waters, most marine, some brackish, and rarely freshwater. Many species are found on coral reefs and hard bottoms, while others are characteristic of sand and mud bottoms. Adults are typically inactive during day when they shelter near or under ledges; they disperse to feed on benthic invertebrates at night, particularly crustaceans and polychaetes. Schooling is present in many species, but may become less common in older individuals. Distinct pairing during breeding, producing pelagic eggs with no known parental care (BREDER & ROSEN, 1966).

In the Canary Islands, three species of Haemulidae are present: the African striped grunt, *Parapristipoma octolineatum* (Valenciennes, 1833), the Rubberlip grunt, *Plectorhinchus mediterraneus* (Guichenot, 1850) and the Bastard grunt, *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825), all common species in the Canarian waters (BRITO *et al.*, 2002). In this work, the occurrence of the Torroto grunt, *Genyatremus cavifrons* (Cuvier, 1830) is recorded, for the first time, in the Canary Islands and the Eastern Atlantic. The possible origin of this species in the Canaries is discussed.

2. MATERIAL AND METHODS

Data of recreational fishing proved useful instrumental in providing information about the presence and distribution of fish fauna. The fish was caught during a recreational angling, in Punta Gaviota (N 27°50'3.77"; W15°24'52.89"), southeastern coast of Gran Canaria Island, Canary Islands, northeastern Atlantic ocean, on October 2015. Depth 12-14 m, on a transition bottom between rocks and sand. Other species present in this location are: the parrotfish, *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758), the black seabream,



Figure 1.- Specimen of *Genyatremus cavifrons* (Cuvier, 1830); (a) shape of head, (b) margin of the opercle, and (c) margin of the preopercle at angle are showed.

Spondylisoma cantharus (Linnaeus, 1758), the Azores chromis, *Chromis limbata* (Valenciennes, 1833), and the Canary damsel, *Similiparma lurida* (Cuvier, 1830). Unfortunately, the recreational fisherman did not provide the specimen; nevertheless, one of the authors could take some pictures of the fish. Identification of fish species from images is not always possible; but in this case, some key morphological characters could be determined. The species was identified following descriptions of LINDEMAN & TOXEY (2003) and TAVERA *et al.* (2011).

3. RESULTS

It was an adult specimen, total length *ca.* 25 cm and weight *ca.* 600 g. the body is ovate and compressed. Head small, with characteristic shape of *Genyatremus* (see TAVERA *et al.*, 2011, and Figures 1a, 2b), mouth moderately large; opercle without spines (Figure 1b), preopercle strongly serrate at angle (Figure 1c); dorsal fin high, with XIII spines (characteristic of *Genyatremus*, see LINDEMAN & TOXEY, 2003, and TAVERA *et al.*, 2011) (Figure 2a), the fifth spine the longest; anal-fin spines III, the second very prominent (Figure 3); caudal fin emarginate. Colour pattern is the same than that described by LINDEMAN & TOXEY (2003): body silvery with a yellowish cast; preopercular margin yellow; dorsal fin with silvery spines and a black margin; pectoral fins with a yellow-



Figure 2.- (a) Appearance of the dorsal fin, and (b) shape of head, slightly depressed above the eyes.



Figure 3.- Appearance of the anal fin showing three spines, the second very prominent.

ish tint; pelvics with a black posterior margin; anal fin yellowish; base of caudal fin yellowish, with a terminal black margin. These taxonomic characters together with the fact that there is no haemulid phylogenetically close to *Genyatremus* that can be found in the Canaries (TAVERA *et al.*, 2012; TAVERA pers. com.), led to identify the specimen as *G. cavifrons*.

4. DISCUSSION

The Torroto grunt, *Genyatremus cavifrons* (Cuvier, 1830) is distributed in the Western Atlantic ocean: southern Lesser Antilles and northern coast of South America, from eastern Colombia to Brazil (LINDEMAN & TOXEY, 2003). Previously, this species was known as *G. luteus* (Bloch, 1790), but recent phylogenetic molecular and morphological studies reclassified it to *G. cavifrons* (see TAVERA *et al.*, 2011, 2012). *G. cavifrons* is a sister species to the Eastern Pacific clade *G. pacifici* (Günther, 1864) and *G. dovii* (Günther, 1864). The maximum total length for this species is 37 cm (CERVIGÓN, 1993), common total length is 25 cm, and maximum weight is 800 g (CERVIGÓN *et al.*, 1992). The species is mainly found over soft bottom habitats, with sand or mud substrate, to depths of 40 m. Typically, in shallow brackish waters, like estuaries and adjacent areas, sometime caught in marine waters. *Genyatremus* is linked to freshwater environments, small juveniles have been caught inside the mouth of the Orinoco river (TAVERA pers. com.). Feeds on crustaceans and small fishes, but studies on feeding ecology pointed that *G. cavifrons* is an opportunistic species, which feeds on the more abundant items occurring in the environment. Caught throughout its range, mainly with seines and trawls, in some areas constitutes an important food resource, and marketed mostly fresh (COURTENAY & SAHLMAN, 1978; LINDEMAN & TOXEY, 2003; DA SILVA *et al.*, 2005).

The most plausible hypothesis to explain the occurrence of *G. cavifrons* in the Canarian waters is the introduction through shipping, particularly of oil rigs. The fish was caught 2 km southward the industrial port of Arinaga (southeastern coast of Gran Canaria Island), where oil and gas platforms dock. The arrival of fish species from the tropical eastern Atlantic and the western Atlantic is not a new phenomenon in the Canary Islands (see BRITO *et al.*, 2005); e.g. the African hind, *Cephalopholis taeniops* (Valenciennes, 1828) (BRITO *et al.*, 2011), the African brown snapper, *Lutjanus dentatus* (Duméril, 1858) (GARCÍA-MEDEROS & TUSET, 2014), the Stippled spoon-nose eel, *Echiophis punctifer* (Kaup, 1859) (ESPINO *et al.*, 2014), the African sergeant *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015; ESPINO *et al.*, 2015), *Hypleurochilus pseudoaequipinnis* (Bath, 1994) (FALCÓN *et al.*, 2015), the blue tang surgeonfish, *Acanthurus coeruleus* Bloch & Schneider, 1801, (TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015), among others. Some authors have suggested that many of these tropical affinity species have been introduced via ballast waters or associated with the fouling of the vessels or as drifters associated with platforms structures, where they find food and refuge, taking advantage of the slow sailing (BRITO *et al.*, 2011; PAJUELO *et al.*, 2015; TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015; FALCÓN *et al.*, 2015). For example, PAJUELO *et al.* (2015, submitted) have demonstrated that the appearance of many tropical and subtropical fish species in waters of Gran Canaria Island is related to the heavy overseas traffic of oil platforms, with destination to-

wards the Port of Las Palmas (docked). This includes also the adjacent Bay of Las Palmas (anchor area) and the auxiliary (when overbooking) Port of Arinaga (docked) located 16 nm down south on the east coast of the island.

Up today, it seems that the success of the colonization processes of the non-native species is limited; i.e. few species have got breeding and spreading in the littoral waters of the Canary Islands. If the introduction of exotic fish species goes on, we can expect changes, not only, in the fish biodiversity, but at community and ecosystem levels too. Specially, taking into account that the sea water temperature is rising in the Canaries.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully thank José Tavera, Ross Robertson, Arturo Acero and José Antonio González for their useful comments. Special thank goes to Fernando Tuya.

6. REFERENCES

- BREDER, C. M. & D. E. ROSEN. 1966. *Modes of reproduction in fishes*. T. F. H. Publications, Neptune City, New Jersey. 941 pp.
- BRITO, A., P. J. PASCUAL, J. M. FALCÓN, A. SANCHO & G. GONZÁLEZ. 2002. *Peces de las Islas Canarias. Catálogo Comentado e Ilustrado*. Francisco Lemus Editor. 419 pp.
- BRITO, A., J. M. FALCÓN & R. HERRERA. 2005. Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las islas Canarias y su relación con cambios ambientales y actividades antrópicas. *Vieraea*, 33: 515-525.
- BRITO, A., S. CLEMENTE & R. HERRERA. 2011. On the occurrence of the African hind, *Cephalopholis taeniops*, in the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): introduction of large-sized demersal littoral fishes in ballast water of oil platforms? *Biological Invasions*, 13: 2185-2189.
- CERVIGÓN, F., R. CIPRIANI, W. FISCHER, L. GARIBALDI, M. HENDRICKX, A. J. LEMUS, R. MÁRQUEZ, J. M. POUTIERS, G. ROBAINA & B. RODRIGUEZ. 1992. *Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. FAO, Rome. 513 pp.
- CERVIGÓN, F. 1993. *Los peces marinos de Venezuela*. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. Vol. 2, 497 pp.
- COURTENAY, W. R. & H. F. SAHLMAN. 1978. Pomadasyidae. In: Fischer, W. (Editor). *FAO species identification sheets for fishery purposes, Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*. FAO, Rome. Vol. 4.
- DA SILVA, Z., J. L. SILVA & M. D. G. FERREIRA. 2005. Feeding diet of *Genyatrenius luteus* (Bloch, 1790) (Teleostei, Perciformes: Haemulidae) from São José Bay, Maranhao, Brazil. *Atlântica, Rio Grande*, 27: 39-47.

- ESCHMEYER, W. N. & R. FRICKE (Eds.) 2015. Catalog of fishes: genera, species, references. www.research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp (accessed 15 October 2015).
- ESPINO, F., J. A. GONZÁLEZ, A. BOYRA, C. FERNÁNDEZ, F. TUYA & A. BRITO. 2014. Diversity and biogeography of fishes in the Arinaga-Gando area, east coast of Gran Canaria (Canary Islands). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 26: 9-25.
- ESPINO, F., F. TUYA & A. BRITO. 2015. Occurrence of the African sergeant, *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae) in the Canary Islands waters. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, (in press).
- FALCÓN, J. M., R. HERRERA, O. AYZA & A. BRITO. 2015. New species of tropical littoral fish found in the Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, (in press).
- FROESE, R. & D. PAULY. 2015. FishBase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org (accessed 15 October 2015).
- GARCÍA-MEDEROS, A. M. & V. M. TUSET. 2014. First record of African brown snapper *Lutjanus dentatus* in the Canary Islands (north-eastern Atlantic Ocean). *Marine Biodiversity Records*, 7 (e65): 1-3.
- LINDEMAN, K. C. & C. S. TOXEY. 2003. Haemulidae. pp. 1522-1550. In: Carpenter, K. E. (Editor). *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. FAO, Rome. Vol. 3.
- PAJUELO, J. G., J. A. GONZÁLEZ, R. TRIAY-PORTELLA, J. A. MARTÍN, R. RUIZ-DÍAZ, J. M. LORENZO & Á. LUQUE. 2015. Introduction of non-native marine fish species to the Canary Islands waters (central-eastern Atlantic) through oil rigs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, (submitted).
- TAVERA, J. J., A. A. PIZARRO, J. DE LA CRUZ-AGÜERO & E. F. BALART. 2011. Phylogeny and reclassification of the species of two neotropical grunt genera, *Anisotremus* and *Genyatremus* (Perciformes: Haemulidae), based on morphological evidence. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 49: 315-323.
- TAVERA, J. J., A. ACERO, E. F. BALART & G. BERNARDI. 2012. Molecular phylogeny of grunts (Teleostei, Haemulidae), with an emphasis on the ecology, evolution, and speciation history of New World species. *BMC Evolutionary Biology*, 12: 1-16.
- TRIAY-PORTELLA, R., J. G. PAJUELO, P. MANENT, F. ESPINO, R. RUIZ-DÍAZ, J. M. LORENZO & J. A. GONZÁLEZ. 2015. New records of non-indigenous fishes (Perciformes and Tetraodontiformes) from the Canary Islands (north-eastern Atlantic). *Cy-bium*, 39 (3): 163-174.

***Gymnocarpo decandri* nueva serie climatófila jandiense inframediterránea hiperárida de matos de costa**

Martín Osorio*, V. E., Scholz, S. & Wildpret de la Torre, W.

Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal
Universidad de La Laguna

* Autora de correspondencia: vemartin@ull.es

*In memoriam de Pierre Quézel, botánico francés,
investigador pionero de los estudios paleobotánicos
y biogeográficos de la flora del Sahara y su relación
con la flora mediterránea y macaronésica, fallecido el
21 de octubre de 2015.*

ABSTRACT

A new climatophilous inframediterranean hyper-arid vegetation series of coastal shrubs of Jandía *Gymnocarpos decandrus* (*Gymnocarpo decandri* sigmetum) is described. It is situated on the slopes of the westernmost part of the Jandía mountains, build of basalts of the first (Miocene) eruption cycles. From there, this vegetation extends eastwards along the whole extent of playa de Cofete to Punta de Playa Larga (Fuerteventura). Also, two new syntaxons are described, the syntaxon of nomenclatural reference *Gymnocarpetum decandri*, an association which forms the head series and, as a substitution phase, a new pasture of perennial grasses *Tetrapogono villosi-Cenchretum ciliaris*. This vegetation type may have had a former wider and more continuous distribution, occupying the complete hyper-arid coastal zone of Jandía, but currently it is very fragmented on the south-eastern (leeward) coast due to urbanisation and intensive grazing. Detailed studies concerning the structure and dynamics of the populations should be done, especially in comparison with areas of lower grazing pressure, in order to obtain precise knowledge about the real danger posed to the long-term survival of this vegetation by the strong impact of the herbivores.

Key words: *Gymnocarpos decandrus*, hyperarid vegetation, *Cenchrus ciliaris*, Fuerteventura.

RESUMEN

Se describe una nueva Serie de Vegetación climatófila jandiense inframediterránea hiperárida de matos de costa *Gymnocarpos decandrus*, (*Gymnocarpo decandri* sigmetum)

que se sitúa en las laderas del extremo más occidental del arco de Jandía, formadas por basaltos de la Serie I y se prolonga hacia el este, a lo largo de toda la playa de Cofete hasta la Punta de Playa Larga, (Fuerteventura). Igualmente se describen dos nuevos sintaxones, el sintaxon de referencia nomenclatural *Gymnocarpetum decandri*, asociación que constituye la cabeza de serie y, como etapa de sustitución, un nuevo pastizal de gramíneas perennes *Tetrapogono villosi-Cenchretum ciliaris*. Esta vegetación pudo haber tenido una distribución continua y mucho más amplia llegando a ocupar todo el litoral hiperárido de Jandía, pero en la actualidad se encuentra fragmentada en la vertiente de sotavento a causa de las construcciones y alteraciones urbanísticas de la zona sureste de la isla y por el intenso pastoreo. Serían necesarios estudios detallados de estructura y dinámica de las poblaciones, especialmente en comparación con áreas de bajo índice de pastoreo, para obtener una idea precisa acerca del peligro real que puede representar el fuerte impacto de los herbívoros sobre la supervivencia de este tipo de vegetación a largo plazo.

Palabras claves: *Gymnocarpos decandrus*, Vegetación hiperárida, *Cenchrus ciliaris*, Fuerteventura.

1. INTRODUCCIÓN

Existen taxones presentes en Canarias con un fuerte carácter indicativo de la unión entre las regiones sahariana y mediterránea (QUÉZEL 2000). Son ejemplos los géneros *Gymnocarpos*, *Forsskaolea*, *Launaea* y *Pteranthus*. Para la vegetación de la porción nord-occidental del Sahara septentrional, QUÉZEL (1965) describe los agrupamientos de rocallas y de hamadas calcáreas sobre la dorsal del M'Zab con pluviometría entre 50 y 100 mm caracterizados entre otras por *Gymnocarpos decandrus*, *Atractylis serrataloides*, *Salvia aegyptiaca*, *Aristida coerulescens* y *Forsskaolea tenacissima*. Desde el punto de vista fitosociológico esta vegetación está incluida en la clase *Asterisceto-Forsskaoletea* y dentro del orden *Gymnocarpeto-Atractyletalia*. Esta última unidad está esencialmente constituida por las especies de vínculo entre las regiones Mediterránea y Sáhara-Síndica (QUÉZEL 1965).

De igual forma para el Parque Nacional Bou Hedma, en el sur de Túnez, una región con 180 mm de precipitación de media anual, ABDELKADER *et al.* (2007) reportan una comunidad con *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria nodosa*, *Stipagrostis ciliata*, *Heteropogon contortus* y *Tricholaena teneriffae*, una composición notablemente similar a los pastizales de grama encontrados en Fuerteventura.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio de la vegetación se han realizado una serie de inventarios fitosociológicos siguiendo el modelo de la Escuela Sigmatista de Zürich-Montpellier, expuesto por BRAUN-BLANQUET (1928, 1979), GÉHU & RIVAS-MARTÍNEZ (1981) y TÜXEN (1956). Los taxones de flora se han referido a lo publicado en ACEBES *et al.* (2009).

En el estudio de la distribución de especies y comunidades vegetales en el territorio hemos utilizado un *Sistema de Información Geobotánica* (MARTÍN OSORIO & HERNÁNDEZ BOLAÑOS 2005) en donde se han integrado datos geológicos, geomor-

fológicos, bioclimáticos, flora y vegetación. Los mapas resultantes se han elaborado en cuadrículas de 1000 × 1000 metros. En ellos se puede apreciar la abundancia de ejemplares en una escala de frecuencia de I a VI. Siendo, I: 1-10 ejemplares, II: 11-50 ejemplares, III: 51-100 ejemplares, IV: 101-250, V: 251-500, VI: >500.

3. RESULTADOS

3.1. Flora

El taxon *Gymnocarpus decandrus* Forsskål, *Fl. Aegypt-Arab.*, 65 (1775), pertenece a la familia *Caryophyllaceae*, es un caméfito cuya floración se sitúa entre los meses de marzo a mayo y la fructificación de abril a junio (Fig. 1). Es una especie saharo-mediterránea, común en el Sahara septentrional, llegando al sur de Marruecos, Túnez y Mauritania (OZENDA, 1991). Lebrun (1998) lo cita también en Israel, Jordania, Siria, Arabia, Irán, Afganistán y Pakistán. En Canarias se distribuye por las islas de Fuerteventura, Lanzarote, Gran Canaria, Tenerife y La Gomera. En Fuerteventura se encuentra sólo en el sur de la isla. Aparte de las poblaciones de Jandía, tenemos constancia de la presencia de la especie en la costa SW, pocos kilómetros al N de La Pared (KUNKEL, 1984; S. SCHOLZ, 2005). En Jandía existen dos núcleos, uno occidental y otro en la parte oriental del área. (Mapa 1).

Núcleo occidental: homogéneo y continuo, abarcando la costa SW y extendiéndose hacia el N por el llano de la Angostura y Montaña Talahijas hasta rodear el extremo NW de Jandía y adentrarse en la parte W de la zona subcostera de Cofete, donde llega hasta las proximidades de El Islote (28R ES 5005, 5105, 5205, 5305, 5405, 5505, 5006, 5106, 5206,



Fig. 1.- Aspecto de *Gymnocarpus decandrus* en plena floración en la Punta de Jandía.

5306, 5406, 5506, 5507, 5607, 5608, 5707, 5708, 5807, 5808, 5007, 5107, 5207, 5008, 5108, 5208, 5908, 5909, 6009, 6109, 6209, 6210, 6310). Desde el barranco de la Bajada de Juan Gómez (28R ES 5506) hacia el E, la población se fragmenta, apareciendo pequeños grupos dispersos en el valle de Los Escobones (28R ES 5804) y la parte superior de Gran Valle (barranco de Las Damas; 28R ES 6006).

Núcleo oriental: área más pequeña y discontinua. Tramo costero entre las desembocaduras de los barrancos de Butihondo y Esquinzo (28R ES 6805); laderas próximas al mar del barranco de Mal Nombre; Valluelo del Guirre (28R ES 7007); barranquillo de Majada Boya (28R ES 6907, 7007). Se sitúa preferentemente en laderas áridas cercanas al mar y en vaguadas y ramblas que mantienen humedad durante la época de crecimiento.

En cuanto a su abundancia y estado de conservación en la península de Jandía es de destacar las amplias poblaciones en el núcleo occidental, que constan de decenas de miles de individuos y son probablemente las mayores de Canarias. Se encuentran afectadas por los herbívoros, especialmente las situadas dentro del arco de Cofete, siendo intensamente ramoneadas en verano y recuperándose en inviernos lluviosos. En el núcleo oriental la presión de los herbívoros es menor, pero la mayor parte de las poblaciones están en áreas urbanizables. Las obras de construcción de la autopista y de centros turísticos han destruido buena parte de estas poblaciones, que en el futuro quedarán reducidas a pequeños enclaves en taludes próximos a la autopista y laderas que puedan librarse del proceso urbanizador.

EXSICCATA: Jandía *sine loc.*, 01-05-1981, J.R.A. & B.M.P. (TFC 13037); casas de Jorós, 02-05-1980, I.L.S. (TFC 13001); riscos de Jandía, 19-04-1984, E.B.T. (TFC 24152); Paso de Cofete (28R ES 5506), 05-05-2005, S. Scholz (ORT 37910).

3.2. Vegetación

Se describe una nueva Serie de Vegetación para la península de Jandía en la isla de Fuerteventura. Esta vegetación constituye la serie climatófila jandiense inframediterránea hiperárida de matos de costa *Gymnocarpos decandrus*. La asociación que constituye la cabeza de serie es *Gymnocarpetum decandri* Martín Osorio, Scholz & Wildpret (Tabla 1). La etapa de sustitución de la climax está constituida por un nuevo pastizal endémico, el grama jandiense, *Tetrapogono villosi-Cenchretum ciliaris* Martín Osorio, Scholz & Wildpret (Tabla 2) asociación de gramíneas perennes caracterizada por *Cenchrus ciliaris* y *Tetrapogon villosus*.

DIAGNOSIS – SERIE CLIMATÓFILA JANDIENSE INFRAMEDITERRÁNEA HIPERÁRIDA DE MATOS DE COSTA *Gymnocarpos decandrus*

[*Gymnocarpo decandri* sigmetum]

SINTAXON DE REFERENCIA NOMENCLATORIAL – *Gymnocarpetum decandri*

ALIANZA INTEGRADORA – *Kleinio neriifoliae*-*Euphorbion canariensis*

SUBALIANZA – *Helianthemo*-*Euphorbion* balsamiferae

SUCESIÓN – *Tetrapogono villosi-Cenchretum ciliaris*

Esta Serie de Vegetación de matos de costa se sitúa en las laderas del extremo más occidental del arco de Jandía, formadas por basaltos de la Serie I, y se prolonga hacia el este, a lo largo de toda la playa de Cofete hasta la Punta de Playa Larga. En toda esa zona ocurre un fenómeno de aerohigrofilia paralelo a las laderas de barlovento, que no sube a

más de 100 m.s.m., y en donde le acompaña *Suaeda ifniensis*. Sólo en la zona del Paso de Agua Oveja, el viento asciende bruscamente y cambia de vertiente, por lo que en esta área la asociación asciende hasta los 400 metros de altitud.

Gymnocarpetum decandri Martín Osorio, Scholz & Wildpret *ass. nova*

COMUNIDAD DE MATOS DE COSTA

INVENTARIO TIPO Nº 3, TABLA 1

Asociación de pequeños caméfitos de 10-40 cm de altura. Se instala en áreas llanas y sobre laderas de pendiente escasa a moderada, en terrenos del piso inframediterráneo hiperárido, sobre suelos arcilloso-pedregosos (Calcids y Argids) y en ocasiones terrenos rocosos de naturaleza basáltica. Está presente desde, pocos metros sobre el nivel del mar, hasta los 100 y localmente 250-400 m.s.m., en orientación N-NW y S-SW hasta SE. La mayor parte de su área de distribución está sometida durante gran parte del año al viento procedente del mar, que suaviza las condiciones ambientales al tiempo que aporta salinidad al medio. Caracteriza la serie climatófila jandiense inframediterránea hiperárida de matos de costa *Gymnocarpo decandri* sigmetum.

En las laderas de hasta 30° de pendiente que caracterizan parte de su área de distribución, tiene generalmente una cobertura baja (10-40 %), presentándose en forma de pequeños pulvínulos aislados (Fig. 2, 4). En zonas más o menos llanas sigue generalmente los cauces de las pequeñas vaguadas con suelo arcilloso-pedregoso que forman el inicio de la jerarquizada red de drenaje natural, donde se acumula y conserva mejor la humedad durante la estación lluviosa, llegando a presentar en estas situaciones una cobertura localmente ele-



Fig. 2.- Matorral de mato de costa en el sur de Jandía.

vada. No obstante y debido a la mayor fuerza del agua y la consiguiente inestabilidad del sustrato, la comunidad no es capaz de colonizar los fondos de grava y arena que caracterizan los cauces de mayor amplitud.

Gymnocarpetum decandri alcanza su mejor desarrollo vegetativo a finales del invierno e inicio de la primavera, cuando se produce también la floración de la mayor parte de sus integrantes. Con el avance de la estación seca, *Gymnocarpos decandrus* y otras especies de la comunidad van perdiendo sus hojas en grado variable, dependiendo de las condiciones microclimáticas locales.

La asociación se desarrolla fundamentalmente en la parte occidental de Jandía. Forma una estrecha banda próxima a la costa noroccidental (barlovento), aproximadamente desde el accidente geográfico denominado “islote de Cofete” hacia el oeste. Esta franja se ensancha paulatinamente conforme se avanza en esta dirección, traspasando la divisoria de aguas hacia la costa suroccidental (sotavento) a la altura del paso de Agua Oveja. En toda esta área descrita, la asociación ecotoniza con *Chenoleoido tomentosae-Salsoletum vermiculatae*, facies de *Suaeda ifniensis*. Desde el paso de Agua Oveja, la comunidad irradia hacia los arenales de la Punta de Jandía, donde ecotoniza con *Frankenio-Zygophylletum gaetuli*. También existen algunas manifestaciones de *Gymnocarpetum decandri* al este del paso de Cofete, llegando de forma discontinua hasta Gran Valle, a pocos kilómetros de la localidad de Morro Jable. Localmente y de forma asimismo fragmentaria, se encuentra también en el litoral suroriental de Jandía, entre las desembocaduras de los barrancos de Esquinzo y El Salmo.

***Tetrapogono villosi-Cenchretum ciliaris* Martín Osorio, Scholz & Wildpret ass. nova**

GRAMAL DE JANDÍA

INVENTARIO TIPO Nº 8, TABLA 2

Asociación de gramíneas perennes caracterizada por *Cenchrus ciliaris* y *Tetrapogon villosus*. Está distribuida de forma fragmentaria por gran parte de Jandía, desde la costa hasta aproximadamente 400 m de altitud, abarcando los termotipos infra y termomediterráneo, y ombrotipos hiperárido y árido. Alcanza una densidad elevada en lugares con humedad estacional alta, como el curso de pequeños barrancos o depresiones arcillosas de terreno, mientras que en el resto de las localidades su densidad es variable.

La abundancia relativa de las especies características varía en función de las condiciones ecológicas, especialmente la naturaleza del sustrato. En terrenos arenosos y arenoso-arcillosos, predomina ampliamente *Cenchrus ciliaris* (Fig. 3). Esta comunidad se encuentra en el istmo de La Pared, cubre localmente extensas superficies, especialmente cerca de la costa de sotavento, donde alcanza la parte superior de las playas. Existen situaciones ecotónicas con *Polycarpaeo niveae-Lotetum lancerottensis*. También se extiende a lo largo de la costa sureste, sur y suroeste de Jandía, así como por las medianías de la vertiente de sotavento de la cadena montañosa, en laderas y cauces de barranco con suelos arcilloso-pedregosos. En estos lugares forma el estrato herbáceo de comunidades de la clase *Kleinio-Euphorbieteae canariensis*, en especial del matorral de matos de costa, del tabaibal dulce, y de sus etapas de degradación integradas en *Pegano-Salsoletea*. Es más rara en las laderas del interior del arco de Cofete (vertiente de barlovento), donde se desarrolla localmente en los dominios del cardonal genuino.

En lugares intensamente antropizados, como bordes de carretera al paso por áreas ajardinadas de urbanizaciones, la asociación entra en contacto con comunidades de *Stellarietea mediae*, incorporando especies ruderal-nitrófilas de *Chenopodio muralis*-*Malvetum parviflorae* y *Mesembryanthemetum crystallini*. En determinados lugares la humedad edáfica permanente procedente del agua de riego favorece el desarrollo de *Cynodon dactylon* y *Piptatherum miliaceum*, que dominan entonces sobre las especies características del gramal de Jandía. Muy ocasionalmente, en bordes de carreteras participa también el neófito *Pennisetum setaceum*.

Sobre sustratos más duros, es decir, pedregosos o rocosos, la especie dominante es *Tetrapogon villosus* que se desarrolla en laderas próximas al mar de la costa de sotavento. Localmente participan en ella *Stipagrostis ciliata* y *Digitaria nodosa*. Esta última es la especie de la comunidad que alcanza mayor porte, pudiendo llegar a medir sus tallos floríferos más de 1 m de altura. La comunidad se adentra considerablemente en las regiones hiperáridas de la costa suroccidental de Jandía, donde se encuentra a menudo entre las grietas del lecho rocoso pulido por el agua de pequeñas vaguadas y barranquitos costeros.

La nueva asociación guarda relación con *Cenchrus ciliaris*-*Hyparrhenietum sinaicae* Wildpret & Rodríguez in Rivas-Martínez, Wildpret, del Arco, Rodríguez, Pérez de Paz, García-Gallo, Acebes, Díaz & Fernández-González 1993 *corr.* Díaz Garretas & Asensi 1999, citada para todas las islas de Canarias. No obstante, la ausencia total de especies de *Hyparrhenia* en el distrito jandiense de Fuerteventura (a excepción de una población adventicia muy pequeña de *H. hirta* en borde de carretera), y otras particularidades florísticas nos han llevado a considerar una nueva asociación. Se desarrolla también en la costa



Fig. 3.- Gramal de Jandía.

suroriental y oriental de Fuerteventura, ya fuera del distrito jandiense, donde incorpora localmente a *Tricholaena teneriffae* y *Eremopogon foveolatus*.

Es posible también relacionar a la nueva asociación con algunas comunidades de gramíneas perennes de las regiones áridas del norte de África. Para el Parque Nacional Bou Hedma, en el sur de Túnez, una región con 180 mm de precipitación media anual, ABDELKADER *et. al.* (2007) reportan una comunidad con *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria nodosa*, *Stipagrostis ciliata*, *Heteropogon contortus* y *Tricholaena teneriffae*, una composición notablemente similar a la encontrada en Fuerteventura. Ello viene a confirmar una vez más la estrecha relación florística y de vegetación existente entre esta isla y las regiones áridas norteafricanas.

ESQUEMA SINTAXONÓMICO

KLEINIO NERIFOLIAE - EUPHORBIETEA CANARIENSIS (Rivas-Goday & Esteve 1965) Santos 1976

*Kleinio nerifoliae-Euphorbion canariensis (Rivas-Goday & Esteve 1965) Santos 1976

**Helianthemo-Euphorbion balsamiferae (Sunding 1972) Santos & Rivas-Martínez 2011

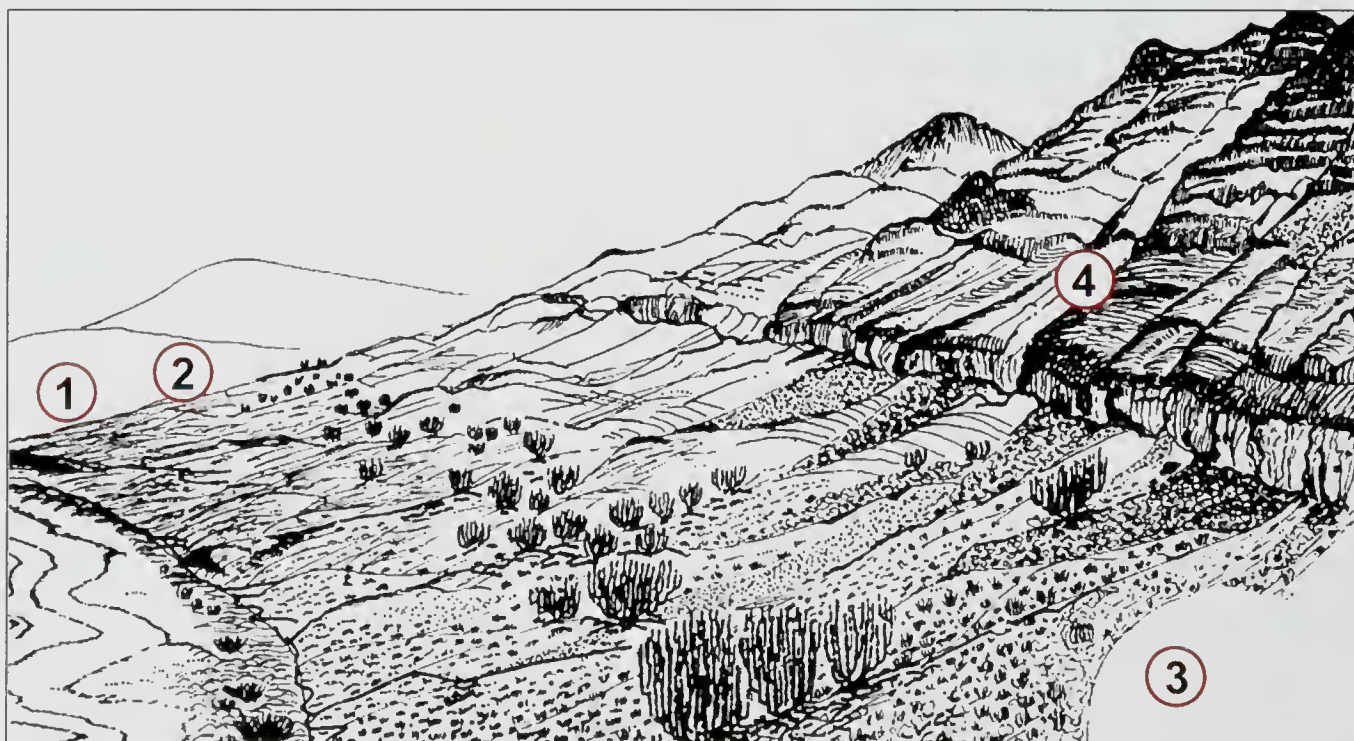
+*Gymnocarpetum decandri* Martín Osorio, Scholz & Wildpret *ass. nova*

LYGEO SPARTI - STIPETEA TENACISSIMAE Rivas-Martínez 1978

+Hyparrhenietalia hirtae Rivas-Martínez 1978

*Hyparrhenion sinaicae Br.-Bl., Silva & Rozeira 1956. corr. Costa, Capelo, Espiritu Santo & Lousa 2001

+*Tetrapogono villosi-Cenchretum ciliaris* Martín Osorio, Scholz & Wildpret *ass. nova*



Leyenda: 1.- Balancones: *Traganeto moquini*; 2.- Matorral de matos de costa: *Gymnocarpeto decandri*; 3.- Cardonales: *Kleinio nerifoliae*-*Euphorbieto canariensis*; 4.- Matorral de taginaste blanco: *Carlino salicifoliae*-*Echietum famarae*

Fig. 4.- Catena de vegetación en la ladera de barlovento de la parte central de Jandía (Scholz 2011).

4. DISCUSIÓN

La Serie de Vegetación *Gymnocarpo decandri*, la única descrita exclusivamente de carácter hiperárido en las islas Canarias, pudo haber tenido una distribución más amplia, incluso también haber estado presente en otras islas del archipiélago canario con similar características bioclimáticas, llegando a ocupar una franja continua en buena parte del litoral de las islas de Lanzarote, Gran Canaria o Tenerife y sin duda en todo el litoral hiperárido de Jandía, pero en la actualidad se encuentra fragmentada en la vertiente de sotavento a causa de las construcciones y alteraciones urbanísticas de la zona sureste de la isla y por el intenso pastoreo.

Fuera de la península de Jandía, la asociación tipo está representada en el área de La Pared. En toda su ámbito de distribución excepto en La Pared, está sometida todo el año a un intenso pastoreo por parte de cabras y ovejas sueltas. Esto, unido a la presencia de herbívoros silvestres, en especial el conejo y en menor medida la ardilla moruna (*Atlantoxerus getulus*), hacen que prácticamente la totalidad de los ejemplares de *Gymnocarpos decandrus* se encuentren afectados por el mordisqueo, la mayoría tan severamente que sobre todo en verano quedan reducidos a troncos retorcidos o bien a esteras rasas a nivel del suelo (Fig. 5). Después de las lluvias, estos ejemplares mutilados suelen mostrar cierta recuperación, pero no pueden nunca alcanzar su forma potencial de porte hemisférico. La comunidad como tal, en la que otras especies también son afectadas, aunque en menor medida, resiste esta fuerte presión, observándose también cierta regeneración



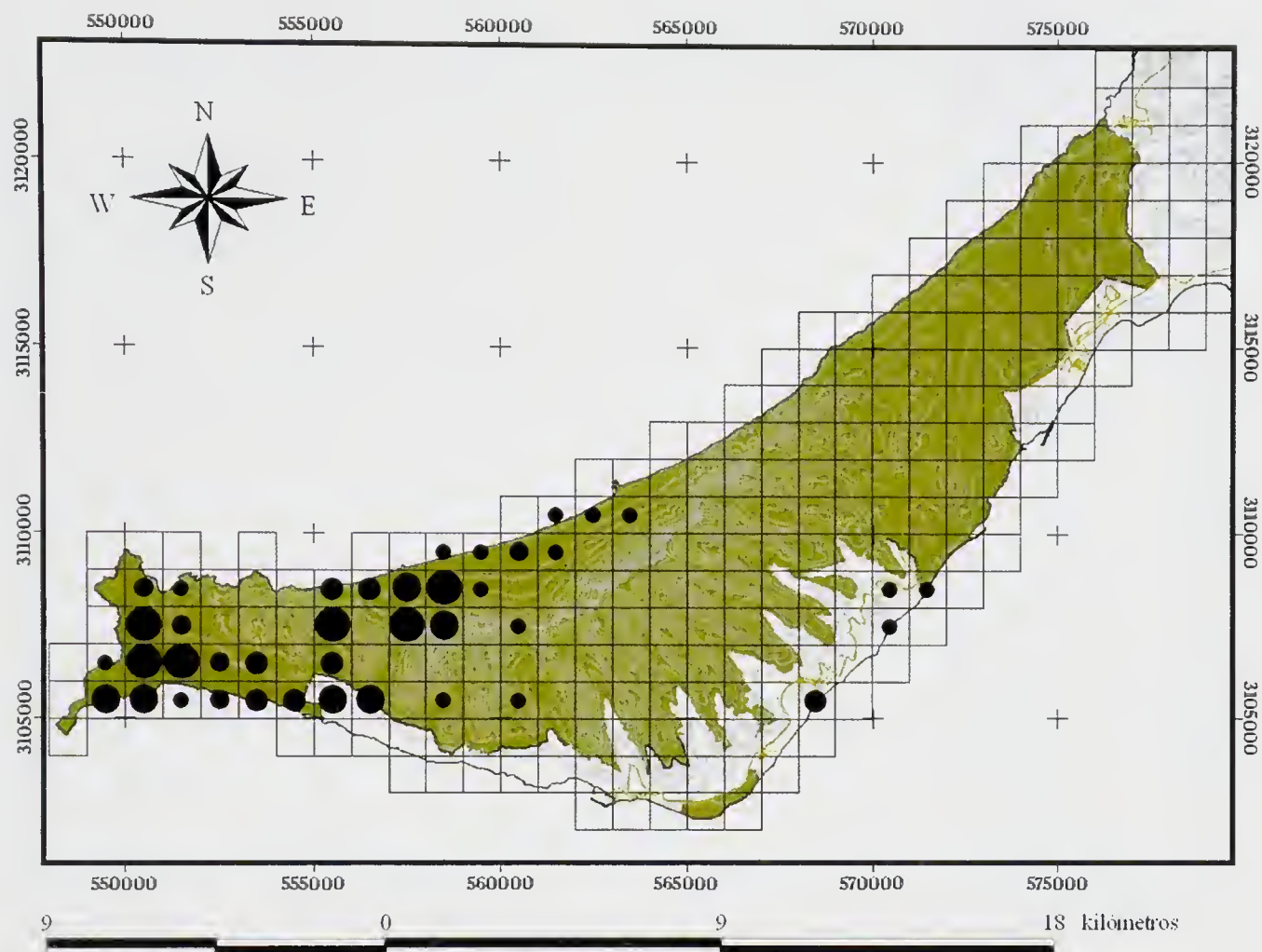
Fig. 5.- Consecuencias del ramoneo sobre *Gymnocarpos decandrus* en Cofete.

de *G. decandrus* por semillas, si bien en ausencia de la misma su grado de cobertura sería sin duda más elevado.

De igual forma, las especies del gramal de Jandía son apreciadas por los herbívoros. En lugares frecuentados por el ganado, están a menudo comidas hasta la base, sobreviviendo tenazmente debido a su desarrollado sistema radicular y llegando a crecer y fructificar solo en años de abundantes precipitaciones. Sin la presencia de mamíferos herbívoros, constituirían una comunidad mucho más llamativa en el paisaje de Jandía.

Aunque no se ha observado en los últimos 20 años una reducción significativa del área ocupada por las unidades de vegetación descritas, serían necesarios estudios detallados de estructura y dinámica de las poblaciones, especialmente en comparación con áreas de bajo índice de pastoreo, para obtener una idea precisa acerca del peligro real que puede representar el fuerte impacto de los herbívoros sobre la supervivencia de la misma a largo plazo.

Los sintaxones descritos en este trabajo, el matorral de matos de costa y el gramal jandiense, por la composición florística que presentan, vienen a confirmar una vez más las estrechas relaciones florísticas y fitocenóticas existentes entre la isla de Fuerteventura y las regiones áridas norteafricanas.



Gymnocarpus decandrus.shp

● II ● III ● IV ● V ● VI

Carreteras.shp

Jandía 1000 × 1000.shp

Límites.shp

Curvas_50.shp

Espacios Naturales
Protegidos.shp

Mapa 1.- Corología y abundancia del taxon *Gymnocarpus decandrus* en la península de Jandía, Fuerteventura.

Tabla 1.- <i>Gymnocarpetum decandri</i> Martín Osorio, Scholz & Wildpret ass. nova <i>Helianthemum-Euphorbienion balsamiferae</i> , <i>Kleinio-Euphorbion canariensis</i> , <i>Kleinio-Euphorbietalia</i> , <i>Kleinio-Euphorbieteae</i>																					
Nº OE ORDEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ALTITUD (m.s.m.)	100	50	80	80	60	90	150	190	60	60	50	70	90	5	80	160	200	60	50	80	
SUPERFICIE m²	100	100	100	100	100	100	50	50	100	100	100	100	100	100	50	50	50	100	100	50	
INCLINACIÓN °	15	-	-	5	5	5	25	20	5	5	5	5	5	15	20	30	20	-	10	20	
ORIENTACIÓN	W	-	-	W	W	W	NW	NW	W	W	W	W	SW	NW	NW	NW	NW	-	W	NW	
COBERTURA %	30	50	50	60	40	40	60	60	40	50	30	50	60	50	60	70	80	70	50	80	
Nº OE ESPECIES	14	12	12	11	11	11	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	
COORDENADAS UTM	5108	5306	5506	5306	5207	5506	5607	5607	5207	5207	5207	5306	5506	6310	7723	5607	5607	5306	5207	7723	
Características de asociación																					
<i>Gymnocarpus decandrus</i>																					
Compañeras de Pegano-Salsotea																					
<i>Launaea arborescens</i>	+	+	1	3	+	.	.	.	3	+	+	2	.	2	2	2	.	1	1	1	
<i>Lycium intricatum</i>	1	2	.	.	3	1	3	3	1	+	1	+	.	+	2	1	2	+	+	+	
<i>Salsola vermiculata</i>	2	1	2	2	1	2	.	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	1	2	+	
<i>Heliotropium bacciferum</i>	.	.	+	3	+	1	.	.	1	1	+	1	.	+	.	.	.	.	+	.	
<i>Suaeda frutescens</i>	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	.	.	.	.	.	3	4	.	.	.	
<i>Chenoleoides tomentosa</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
Compañeras de Polycarpaeo-Traganetea y Kleinio-Euphorbieteae																					
<i>Frankenia capitata</i>	+	.	+	.	+	.	1	+	.	.	+	.	+	.	.	1	1	.	.	.	
<i>Kickxia sagittata</i>	.	+	+	.	.	1	.	1	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	
<i>Polycarpaea nivea</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	1	.	.	.	+	1	.	.	1	.	.	.	
<i>Lobularia marginata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	
<i>Helianthemum canariense</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Rubia fruticosa</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.	1	
<i>Tetraena gaetula</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Phagnalon purpurascens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	
<i>Lotus lancerotensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	
Compañeras de Stellarietea mediae y Tuberarietea guttatae																					
<i>Aizoon canariense</i>	+	2	+	+	+	1	1	+	1	.	.	+	1	+	.	+	+	.	.	.	
<i>Echium bonnetii</i>	.	+	+	1	+	1	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	.	+	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	1	+	+	1	.	.	.	
<i>Matthiola viridis</i>	.	3	.	1	+	.	.	.	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lotus glinioides</i>	+	2	+	.	.	1	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Ononis catalinae</i>	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ifloga spicata</i>	.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	
<i>Patellifolia patellaris</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	
LOCALIDADES Y FECHAS:																					
1: Ladera NW de Montaña Talahijas, 10-06-2007. 2, 4, 12, 18: Tablero de La Cueva, 10-06-2007. 3, 6, 13: Paso de Agua Oveja, 10-06-2007. 5, 9, 10, 19: Proximidades de Montaña Moriscos, 10-06-2007. 7, 8, 16, 17: Bajada de Paso Agua Oveja hacia Cofete, 10-06-2007. 11: Entre Montaña Talahijas y Montaña Moriscos, 10-06-2007. 14: Costa de Cofete próxima a El Islote, 10-06-2007. 15, 20: La Pared, 15-05-2007.																					
OTRAS ESPECIES:																					
1: <i>Oligomeris linifolia</i> 2, <i>Reseda crystallina</i> 1, <i>Plantago aschersonii</i> +, <i>Calendula tripterocarpa</i> +, 2: <i>Medicago laciniosa</i> +, 3: <i>Cenchrus ciliaris</i> 1, <i>Launaea nudicaulis</i> +, 6: <i>Reseda crystallina</i> +, 7: <i>Schismus barbatus</i> 1, <i>Bromus rubens</i> 1, <i>Asphodelus tenuifolius</i> +, 8: <i>Asphodelus tenuifolius</i> 1, <i>Plantago aschersonii</i> +, <i>Stipa capensis</i> +, 10: <i>Launaea nudicaulis</i> +, <i>Dipsadi serotinum</i> +, 13: <i>Reseda crystallina</i> 1, 18: <i>Plantago aschersonii</i> +.																					

Tabla 2.- *Tetrapogono villosi-Cenchretum ciliaris* Martin Osorio, Scholz & Wildpret ass. nova
Hyparrhenion hirtae, *Hyparrhenetalia hirtae*, *Lygeo-Stipetea*

Nº DE ORDEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ALTITUD (m s.m.)	5	50	40	50	60	120	5	140	5	110	10	5	15	5	5	5	100	20	10	15
SUPERFICIE m2	50	2	4	2	4	10	50	5	30	4	2	50	30	4	4	30	4	4	30	4
INCLINACIÓN °	10	-	3	-	5	5	15	10	30	5	5	15	40	10	10	15	3	5	30	20
ORIENTACIÓN	E	-	SE	-	SE	SE	E	SE	E	S	S	SE	SE	S	S	E	E	S	SE	S
COBERTURA %	80	60	95	80	80	80	70	60	80	60	70	80	60	70	80	60	40	80	70	60
Nº DE ESPECIES	8	7	6	5	3	11	10	10	10	10	8	8	8	6	6	6	6	5	5	5
CODRDENADAS UTM	6906	7615	6805	7615	7615	5805	6906	5805	6906	5805	6805	6906	6906	6805	6805	6906	5307	6805	6906	6805
<i>Cenchrus ciliaris</i>	4	3	3	1	4	4	3	3	2	2	1	+	.	3	1	.	.	3	2	.
<i>Tetrapogon villosus</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	4	3	3	4	3	2	1	3	2	2	3	3
<i>Stipagrostis ciliata</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	.	2	4	.	.	.	.	.
<i>Digitaria nodosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.
Compañeras de Pegano-Salsoletea y Polycarpaeo-Traganetea																				
<i>Launaea arborescens</i>	-	.	+	.	.	+	1	1	1	2	1	1	.	+	1	.	+	1	.	1
<i>Salvia aegyptiaca</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	1	1	1	.	1	2	.	2
<i>Lycium intricatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	+	1	.	.	2	.	.	2	.
<i>Salsola vermiculata</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	1
<i>Heliotropium bacciferum</i>	2	.	.	+	.	.	2	.	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1
<i>Polycarpaea nivea</i>	2	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1
<i>Piptatherum miliaceum</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cynodon dactylon</i>	.	1	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Compañeras de Stellerietea mediae y Tuberarietea guttatae																				
<i>Medicago lacinata</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	2	1	.	+	+	.	.	.	1	.	1	.
<i>Pteranthus dichotomus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	2	.	.	+	.	.	.	.
LOCALIDADES Y FECHAS:																				
1, 7, 9, 12, 13, 16, 19: Desembocadura de Barranco Esquinzo, 06-03-2009. 2, 4, 5: Costa Calma, 14-08-2007. 3, 11, 14, 15, 18, 20: Costa entre las desembocaduras de los barrancos de Esquinzo y Butihondo, 12-08-2007. 6, 8, 10: Valle Escobones, 06-03-2008. 17: Valle de Las Songas, 02-03-2008.																				
OTRAS ESPECIES:																				
1: <i>Marrlett microsperma</i> 2, <i>Helianthemum canariense</i> 1, <i>Ononis tournefortii</i> 1, <i>Lotus glinoides</i> 1, <i>Cakile maritima</i> + 2: <i>Conyza sumatrensis</i> 1, <i>Sonchus tenerimus</i> +, <i>Sonchus oleraceus</i> +, <i>Amaranthus viridis</i> +, <i>Bidens pilosa</i> +.																				
3: <i>Atriplex semibaccata</i> 2, <i>Amaranthus viridis</i> +, <i>Patellifolia patellaris</i> + 4: <i>Patellifolia patellaris</i> +, <i>Conyza sumatrensis</i> + 5: <i>Salsola divaricata</i> 1, 6: <i>Aizoon canariense</i> 2, <i>Kickxia sagittata</i> 1, <i>Reseda crystallina</i> +, <i>Notoceras bicornae</i> +, <i>Matthiola bolleana</i> + 7: <i>Marrlett microsperma</i> 2, <i>Ononis tournefortii</i> 2, <i>Helianthemum canariense</i> 1, <i>Cakile maritima</i> 1, 8: <i>Aizoon canariense</i> 2, <i>Campanula dichotoma</i> 1, <i>Notoceras bicornae</i> 1, <i>Attractylis cancellata</i> +, <i>Asphodelus tenuifolius</i> +.																				
9: <i>Astragalus stella</i> 1, <i>Astragalus handiensis</i> +, <i>Lotus glinoides</i> +. 10: <i>Aizoon canariense</i> 1, <i>Asphodelus tenuifolius</i> 1, <i>Kickxia sagittata</i> +, <i>Matthiola bolleana</i> +, <i>Attractylis cancellata</i> +. 11: <i>Gymnocarpus decandrus</i> 2, <i>Phagnalon purpurascens</i> 1.																				
12: <i>Astragalus handiensis</i> 1. 13: <i>Ammodaucus nanocarpus</i> 2, <i>Astragalus stella</i> 1, <i>Astragalus handiensis</i> +. 16: <i>Chenoleoides tomentosa</i> 1, <i>Ammodaucus nanocarpus</i> +. 17: <i>Gymnocarpus decandrus</i> 1. 19: <i>Ammodaucus nanocarpus</i> +.																				

5. BIBLIOGRAFÍA

- ACEBES GINOVÉS, J.R., M.C. LEÓN ARENCIBIA, M.L. RODRÍGUEZ NAVARRO, M. DEL ARCO AGUILAR, A. GARCÍA GALLO, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO, V.E. MARTÍN OSORIO & W. WILDPRET DE LA TORRE. 2009. Pteridophyta, Spermatophyta. En: ARECHAVALETA, M., S. RODRÍGUEZ, N. ZURITA & A. GARCÍA (coord.). (2010). *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres*: 119-172. 2009. Sta. Cruz de Tenerife: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. 577 p.
- ABDELKADER, I., A. FERCHICHI & M. CHAIEB. 2007. Aboveground Biomass Production of *Cenchrus ciliaris* in Tunisian Arid Zone. *Journal of Biological Sciences* 7(6): 985-988.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1928. *Lehrbuch über Pflanzensoziologie*. Berlin: Springer Verlag. 330 p.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología vegetal. Base para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Editorial Blume. 820 p.
- DÍEZ GARRETAS, B. & A. ASENSI. 1999. Syntaxonomic analysis of the Andropogon-rich grasslands (*Hyparrhenietalia hirtae*) in the western Mediterranean Region. *Folia Geobotanica*, 34: 307-320.
- GÉHU, J.M. & S. RIVAS-MARTINEZ. 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. *Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde Syntaxonomie Rinteln*: 5-33.
- KUNKEL, G. 1984. Adiciones y nuevas localidades para la flora de Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea* 14: 185-189.
- LEBRUN, J.P. 1998. Catalogue des plantes vasculaires de la Mauritanie et du Sahara occidental. *Boissiera* 55. 322 p.
- MARTÍN OSORIO, V.E., W. WILDPRET DE LA TORRE & B. HERNANDEZ BOLAÑOS. 2005. Avances significativos en la elaboración de la base de datos georreferenciada de Flora y Vegetación del Parque Nacional del Teide, Tenerife, Islas Canarias, mediante un Sistema de Información Geobotánica. *Vieraea* 33: 345-358.
- OZENDA, P. 1991. *Flore et végétation du Sahara*. 3ª edición. Paris: Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique. 662 p.
- QUÉZEL, P. 1965. *La Végétation du Sahara du Chad à la Mauritanie*. Geobotanica Selecta Vol. II. Stuttgart: Gustav Fischer Verl. & Paris: Masson et Cie. Editeurs. 333 p.
- QUÉZEL, P. 2000. *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen*. Paris: Ibis Press, Paris. 117 p.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., W. WILDPRET DE LA TORRE, M. DEL ARCO AGUILAR, O. RODRÍGUEZ, P.L. PÉREZ DE PAZ, A. GARCÍA GALLO, J.R. ACEBES GINOVÉS, T.E. DÍAZ GONZÁLEZ & F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ. 1993. Las comunidades vegetales de la Isla de Tenerife (Islas Canarias). *Itinera Geobotanica* 7: 169-374.
- SCHOLZ, S. 2005. Las plantas vasculares. Catálogo florístico. En: RODRÍGUEZ DELGADO (coord. y ed.): *Patrimonio Natural de la isla de Fuerteventura*: 241-280. Cabildo de Fuerteventura, Gobierno de Canarias & Centro de la Cultura Popular Canaria. 460 p.
- TÜXEN, R. 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angewandte Pflanzensoziologie* 13: 5-42.

**Finishing to untangling the taxonomic knot:
new species of the genus *Bulbaeolidia* Carmona, Pola,
Gosliner & Cervera, 2013 (Mollusca: Aeolidiidae)
from the Caribbean and Galapagos**

Caballer^{1,2}, M. & Ortea³, J.

¹ Muséum National d'Histoire Naturelle, 55 rue de Buffon, 75005 Paris, France

² Centro de Oceanología y Estudios Antárticos. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Ctra. Panamericana Km 11, Miranda, Venezuela
manuelcaballergutierrez@hotmail.com

³ Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Facultad de Biología, Universidad de Oviedo
C/ Catedrático Valentín Andrés Álvarez, 33006 Oviedo, Asturias, Spain
jorte@uniovi.es

*Corresponding author: mcaballergutierrez@mnhn.fr

ABSTRACT

The nudibranch gastropod genus *Aeolidiella* Bergh, 1867 has been found to be polyphyletic. It holds an unnamed clade that was named *Bulbaeolidia* Carmona, Pola, Gosliner & Cervera, 2013. This genus is composed by four species, two of them unnamed: *Bulbaeolidia alba*, from Japan, Malaysia and Philippines, *Bulbaeolidia japonica*, from Japan, *Bulbaeolidia* sp. B, from Hawaii, and *Bulbaeolidia* sp. A, from Brazil. *Bulbaeolidia* was described in the context of a molecular phylogeny, thus, no “taxonomic action” regarding to the unnamed species was taken, leaving the work incomplete, and the 50 % of the members of *Bulbaeolidia* undescribed. In this paper we describe the Western Atlantic member of the genus *Bulbaeolidia* and a Pacific species from Galapagos, both cryptic with *Bulbaeolidia alba* (Risbec, 1929).

Key words: Gastropoda, *Baeolidia*, *Baeolidia alba*, cryptic species, Western Atlantic, Caribbean, Eastern Pacific, Galapagos, taxonomic impediment.

RESUMEN

Recientemente se ha descubierto que el género de gasterópodo nudibranquio *Aeolidiella* Bergh, 1867 es polifilético y que contiene un clado no identificado; descrito como *Bulbaeolidia* Carmona, Pola, Gosliner y Cervera, 2013. Este género está compuesto por cuatro especies, dos de ellas sin nombre: *Bulbaeolidia alba*, de Japón, Malasia y Filipinas, *Bulbaeolidia japonica*, de Japón, *Bulbaeolidia* sp. B, de Hawai, y *Bulbaeolidia* sp. A, de

Brasil. *Bulbaeolidia* fue descrito en el contexto de una filogenia molecular, y no se realizó ninguna “acción taxonómica” con respecto a las especies sin nombre, dejando el trabajo incompleto y el 50% de los miembros de *Bulbaeolidia* por describir. En este trabajo se describe el miembro Atlántico del género *Bulbaeolidia* y una especie pacífica proveniente de las islas Galápagos, ambas crípticas con *Bulbaeolidia alba* (Risbec, 1929).

Key words: Gastropoda, *Baeolidia*, *Baeolidia alba*, especies crípticas, Atlántico Oeste, Caribe, Pacífico Este, Galapagos, impedimento taxonomico.

1. INTRODUCTION

The sea slug genus *Bulbaeolidia* Carmona, Pola, Gosliner & Cervera, 2013 is composed of small white aeolidacea, with rhinophores bearing two swellings, constricted oral tentacles and bilobed radular teeth. It was described by Carmona, Pola, Gosliner & Cervera (2013) in the context of a molecular phylogeny of the Family Aeolidiidae. These authors found that the traditional *Aeolidiella* Bergh, 1867 was a polyphyletic group, with an unnamed clade composed by four of the species they studied (*Aeolidiella alba*, from Japan, Malaysia and Philippines, *Aeolidiella japonica*, from Japan, *Aeolidiella* sp. B, from Hawaii, and *Aeolidiella* sp. A, determined as *A. alba*, from Brazil), which they determined as *Bulbaeolidia alba*, *Bulbaeolidia japonica*, *Bulbaeolidia* sp. B and *Bulbaeolidia* sp. A, respectively. CARMONA *et al.* (2013) justified undertaking no “taxonomic action” regarding to the species from Hawaii and especially Brazil, due to the need of more samples: “Concerning the cryptic species from Brazil previously attributed to *Aeolidiella alba*, more Atlantic specimens from Florida, as well as deep examination of their morphology, are needed in order to clarify its geographical distribution”, however they had enough data to describe a new genus and provide a diagnosis for it. After the great effort made by CARMONA *et al.* (2013), there are still two valid species known, *Bulbaeolidia alba* (Risbec, 1928) and *Bulbaeolidia japonica* (Eliot, 1913), and the 50 % of the members of *Bulbaeolidia* in the world remain to be described. Unfortunately, this happens often, because the “high impact” factor journals are not interested in taxonomy, so, after the phylogenetic hypothesis results, they tend to censor the parts of the papers related to the description of new taxa (new kind of Taxonomic impediment?), unless they are so important as the description of a new genus can be. But the work is still incomplete, and the authors have to choose between finishing it and publish in “low (or none) impact” factor journals, or start with a new phylogenetic hypothesis in other taxonomic group, to be published again in the journals that may grant them the access to a job.

In this paper we complete the effort of CARMONA *et al.* (2013), describing the Caribbean/Western Atlantic member of the genus *Bulbaeolidia* using samples from Cuba, Guadeloupe and Venezuela, and a Pacific species from Galapagos, which are cryptic with *Bulbaeolidia alba* (Risbec, 1929).

2. MATERIAL AND METHODS

Samples were obtained by direct search or by scraping, brushing, or examination of various substrates that were collected on the intertidal or by snorkelling or scuba diving.

The material collected in Guadeloupe was processed and examined onshore in a temporary laboratory installed by the MNHN in the Marine Biology facility of the Université des Antilles et de la Guyane. The external anatomy and coloration pattern of each specimen was studied using a stereoscopic microscope, photographed and preserved in ethanol 96%. The specimens from Galapagos were anesthetized with MgCl₂ and fixed in ethanol 70%. Jaws, radula and cnidosacs were extracted from the specimens, then, the radula was cleaned using NaOH to dissolve remaining tissues, rinsed with clean water and mounted in microscopy slides with glycerin. **Abbreviations:** IES-Instituto de Ecología y Sistemática, Havana, Cuba; IVIC- Marine Collections of the Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Altos de Pipe, Ctra. Panamericana km 11, Venezuela; JOC-Jesus Ortea Collections, Noroña, Asturias, Spain. MCC-Manuel Caballer Collections, Boo de Pielagos, Cantabria, Spain. MNHN-Muséum national d'Histoire naturelle, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France. TFMC-Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, Organismo Autónomo de Museos, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain.

3. SYSTEMATICS

Family AEOLIDIIDAE Gray, 1827

Genus *Bulbaeolidia* Carmona, Pola, Gosliner & Cervera, 2013

CARMONA L., M. POLA, T.M. GOSLINER & J.L. CERVERA. 2013. A tale that morphology fails to tell: A molecular phylogeny of Aeolidiidae (Aeolidida, Nudibranchia, Gastropoda). *PLoS ONE*, 8(5): e63000. **Type species:** *Aeolidiella alba* Risbec, 1928 (by original designation).

Diagnosis: see Carmona, Pola, Gosliner & Cervera (2013).

Remarks: The designation of the type species appears in the caption of figure 2 and also through a link to Zoobank (<http://zoobank.org/NomenclaturalActs/EA7635CA-F380-4BED-9663-298641A2C1B8>).

Bulbaeolidia alba (Risbec, 1928) (Figure 1)

Aeolidiella alba Risbec, 1928: Contribution à l'étude des nudibranches Néo-Calédoniens. *Faune des Colonies Françaises*, 2: 1-328. **Type locality:** Pointe d'Artillerie, Noumea, New Caledonia.

Description: See Risbec (1928).

Remarks: *B. alba* is theoretically widespread all along the Indo-Pacific, that would mean that one small species of sea slug inhabiting the intertidal, has been able to colonize about 24 000 km of Ocean, more than half of the circumference of the Earth (if we don't consider the Atlantic records). The specimens from Japan, Malaysia and Philippines used by CARMONA *et al.* (2013) and determined as *B. alba*, were not compared with specimens cap-

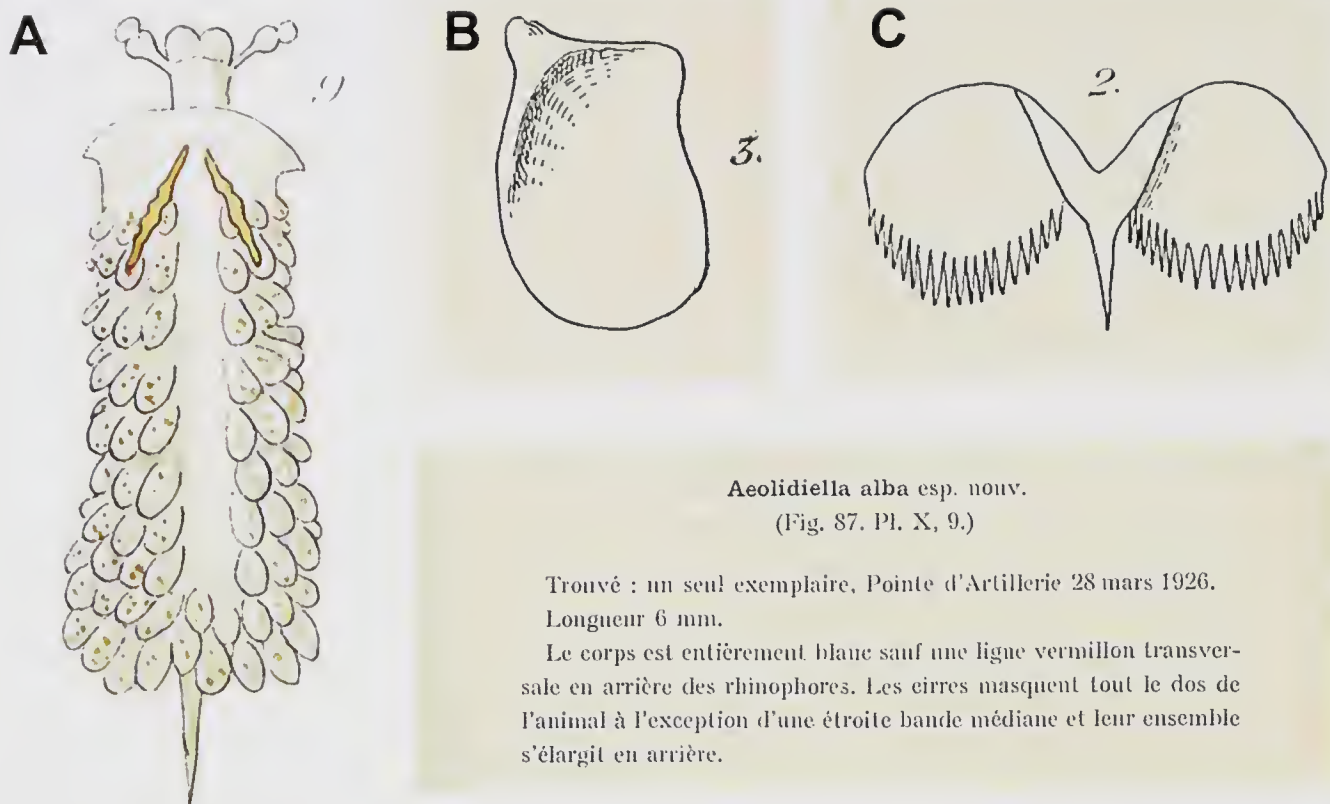


Figure 1.- *Bulbaeolidia alba* (Risbec, 1928): Iconotype, 6 mm long: **A**, Scheme of the animal in dorsal view; **B**, Jaw; **C**, Radular tooth.

tured in New Caledonia (the type locality), so, we cannot be sure of their real taxonomic identity, only that they all belong to the same species, thus, the distribution of *B. alba* is difficult to establish and have to be reviewed. On the other hand, these authors found a distinct member of the genus in Hawaii, initially named *Aeolidiella* sp. B. In the Indo-Pacific, *B. alba* has been recorded at least in (only first record is referred) New Caledonia (RISBEC, 1928), Australia (BURN, 1966), Tanzania (EDMUNDS, 1969), Pacific coast of Mexico (SPHON, 1971; 1978), South Africa (GOSLINER, 1985; 1987), Galapagos (GOSLINER, 1991), Seychelles, Papua New Guinea, Indonesia, Midway Atoll, Hawaii, Philippines (GOSLINER, BEHRENS & VALDES, 2008), Red Sea (YONOW, 2008), Japan and Malaysia (CARMONA *et al.* (2013).

Bulbaeolidia sulphurea
(Figure 2)

Holotype: 1 specimen 8 mm long, collected under rocks on the intertidal, March 18, 1991, deposited in TFM.

Type locality: Puerto Egas Santiago, Galápagos, Ecuador, 0°14'33.00"S, 90°51'25.64"W, J. Ortea.

Material examined: Corona del Diablo, Floreana, Galapagos, Ecuador, April 20, 1990, 1 specimen 10 mm long, collected on a rocky shelf at 10 m depth, deposited in JOC. Caleta James, Santiago,

Ecuador, March 12, 1991, 1 specimen 12 mm long, collected under rocks on the intertidal, deposited in JOC. Mosquera, Ecuador, March 3, 1991, 1 specimen 6 mm long (fixed), collected under rocks on the intertidal, deposited in MCC.

Etimology: *Bulbaeolidia sulphurea*, because of the yellow-sulfur color of the rhinophores and oral appendages.

Diagnosis: Body pinkish-white, wide and short. Rhinophores yellow-sulfur. Oral appendages yellow-sulfur, cylindrical, slightly constricted. Base of rhinophores surrounded by a red square band. Cerata flattened, pinkish, with opaque white dots and yellow-sulfur tips. Jaws with an apical conical “crest”. Radular formula: $16 \times 0.1.0$. Radular teeth with the central cusp lower than the lateral denticles. Tail very short, never surpassing the last cerata. Moves forward with discontinuous rhythmic movements (like jumps), occasionally, scrolls crawling for a little while.

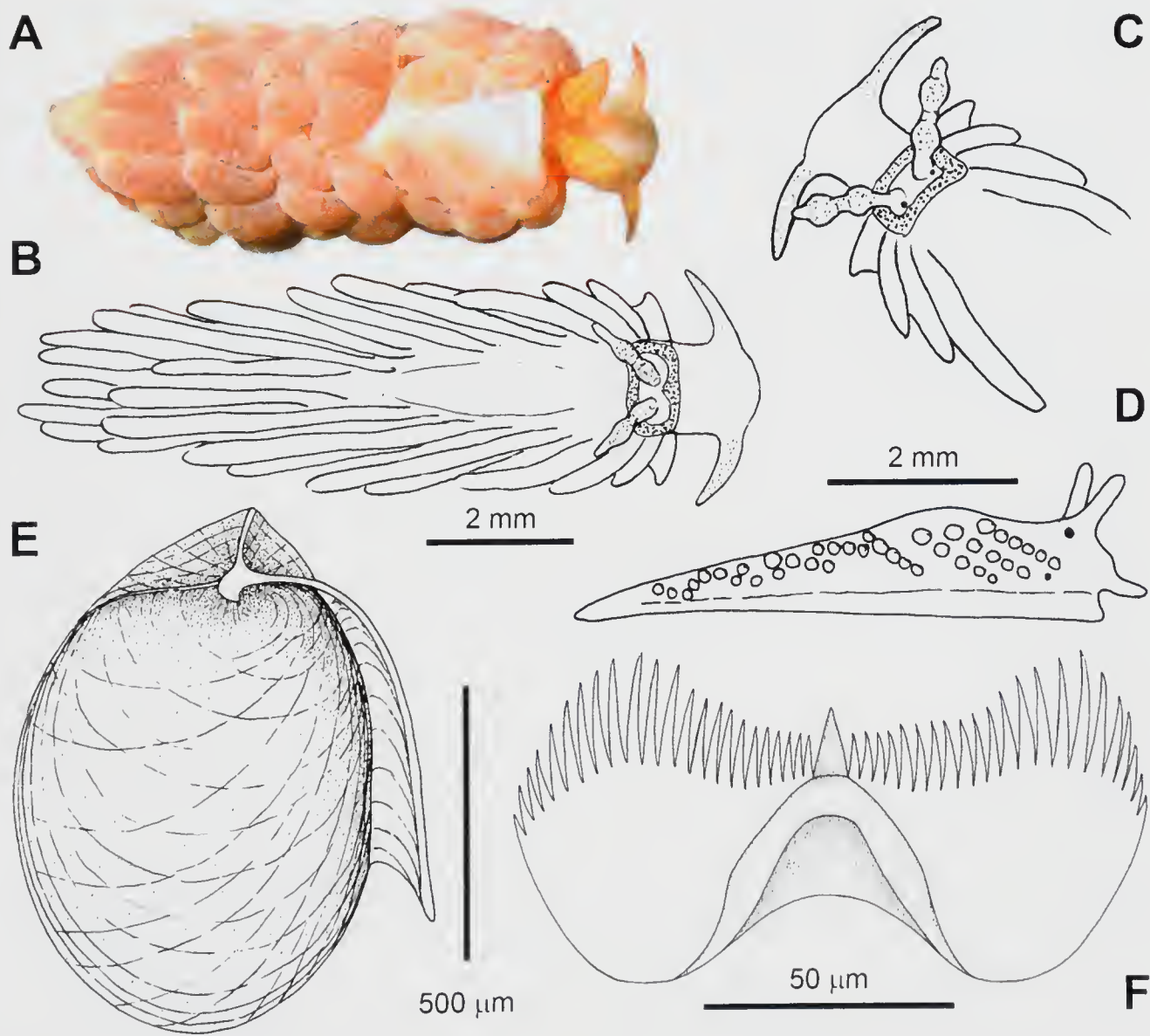


Figure 2.- *Bulbaeolidia sulphurea* n. sp.: **A**, Living animal; **B**, Field drawing of the living animal moving forward; **C**, Detail of the head of the animal stopping; **D**, Scheme of the animal in lateral view (fixed), arrangement of cerata; **E**, Jaw; **J**, Radular tooth.

Description: Up to 12 mm. Body pinkish-white, proportionally wide and short. Rhinophores yellow-sulfur, with two swellings and a widened apex. Lower swelling whitish sometimes. Base of rhinophores surrounded by a red square band, which can also tinge the first cerata. Eyes at the base of rhinophores. Foot corners rounded and short. Foot sole whitish to creamish-pink. Oral appendages yellow-sulfur, cylindrical and thick, with a slight constriction and a sharpened tip. Digestive gland inside cerata blackish. Cerata flattened, pinkish, with opaque white dots that can cover their whole surface and yellow-sulfur tips. Shorter, more robust and arranged in a more compact manner in the specimens from the intertidal, which uses them for defence when disturbed. First row of cerata arched forward. Posterior 5-7 rows composed by 5 cerata. Last rows disordered. Tail very short, nor surpassing the latest cerata. Anus posterior to the outermost cerata of the fifth row. Gonopore posterior to outermost cerata on second row.

Jaws oval and strong, 700 μm wide and 950 μm high, with with an apical conical “crest” and a smooth and very long and smooth cutting edge. Radular formula $16 \times 0.R.0.$ in 1 specimen 6 mm long (fixed) from Mosquera (Galapagos). Radular teeth 125 μm wide and 65 μm high, homogeneous in size, with 20-23 denticles on each side of the central cusp, which is shorter than the denticles.

Biology and behavior: Feed on anemones. Moves forward with discontinuous rhythmic movements (like jumps), occasionally, moves crawling for a little while.

Distribution: Galapagos Islands (Ecuador).

Remarks: *B. alba* is distinguished from *B. sulphurea* n. sp. by the color of the body, opaque white; the oral appendages, thicker, with a blunt tip; the brown rhinophores, with more prominent swellings; the jaws which are not oval and have a distinct shape and crest; and by the radular teeth with the central cusp longer than the lateral denticles, which are only 19 (Risbec, 1928).

B. japonica is distinguished from *B. sulphurea* n. sp. by its body, up to 50 mm, slender, brownish white, scattered by numerous white to yellowish white patches, with brown head; the cerata, dark brown, slender, thin and more abundant; the rhinophores, with 3-4 rings; the radular formula $18 \times 0.R.0.$ in specimens 5 times bigger; and by the radular teeth with the central cusp longer than the lateral denticles, which are 65 and small (Eliot, 1913; Okutani, 2000).

B. sulphurea n. sp. has been recorded in Galapagos as *Aeolidiella alba* by Gosliner (1991). The species identified by CARMONA *et al.* (2013) as *Bulbaeolidia* sp. B from Hawaii could be related to *B. sulphurea* n. sp.

With *B. sulphurea* n. sp., the number of species described in Galapagos as a result of the TFMC campaigns has raised to 10. The previous ones are: *Berlanguella scopae* Ortea, Bacallado & Valdés, 1992, *Felimida ruzafai* (Ortea, Bacallado & Valdés, 1992), *Thorunna talaverai* Ortea, Bacallado & Valdés, 1992, *Eubbranchus eibesfeldti* Ortea, Caballer & Bacallado, 2003, *Mexichromis tica* Gosliner, Ortea & Valdés, 2004, *Doto xangada* Ortea, 2010, *Doto xangada* Ortea, 2010, *Berthellina barquini* Ortea, 2014 and *Berthellina magma* Ortea, 2014 (ORTEA, BACALLADO & VALDÉS, 1992; ORTEA, CABALLER & BACALLADO, 2003; GOSLINER; BACALLADO & VALDÉS, 2004; ORTEA, 2010; ORTEA, MORO & CABALLER, 2014).

***Bulbaeolidia oasis* n. sp.**

(Figure 3)

Holotype: 1 specimen 8 mm long, February 17, 2005, deposited in IES, Cuba.

Type locality: Dock of Oasis Hotel, Varadero, Cuba, 23° 7'57.90"N, 81°19'3.78"W, M. Caballer, J. Ortea.

Material examined: stn GD57, Derriere Ilet Fajou, Guadeloupe, France, 16°19,21'N, 61°35,32'W, May, 2012 collected at 6 m depth, deposited in MNHN. Isla de Aves, Venezuela, 15°39'24.77"N, 63°36'57.68"W, June 2, 2009, 1 specimen 1.9 mm long (fixed), collected at 9 m depth on *Dictyota* spp., deposited in IVIC (IVICCM000158).

Etimology: *Bulbaeolidia oasis*, named for the locality in the Caribbean in which we saw this species for the first time, the Hotel Oasis, in Varadero, Cuba, and for the friends we met there, who helped us with the logistics.

Diagnosis: Body markedly flattened and cream-whitish. Oral appendages opaque white, short, constricted at the midpoint. Lacking a red square band surrounding the base of rhinophores. Cerata cream-whitish, with reddish spot on the tip, compacted over the dorsum. Jaws with an apical "crest". Radular formula: 12 × 0.1.0. Tail very long and thin. Rhinophores rock rhythmically backwards and forwards, but not the rest of the body.

Description: Up to 8 mm. Body markedly flattened, cream-whitish, proportionally wide. Head opaque white and wide. Rhinophores with two swellings, white, with reddish transverse striations, simulating rhinophoral sheaths or wrinkles in the animal Cuba, this character missing in the specimen from Guadeloupe, which was white. Lower swelling thicker, with variable shape, sometimes discoidal. Apex of rhinophores thick and white. Red square band surrounding the base of rhinophores absent. Eyes visible at the laterals of the base of rhinophores, within a cream-colored area outlined by a reddish-brown line. Foot translucent, with rounded foot corners. Oral appendages opaque white, short, constricted at the midpoint. Cerata cream-whitish, with reddish spot on the tip, short, curved inwards, arranged in a compact manner over the dorsum, lacking shaking or stretching movements. Cnidosac 250 µm long (fixed), full of simple rods 60-70 µm long. There are 14 rows on each side, with 4-5 cerata. Digestive gland inside cerata not branched. Tail very long (one third of the total length) and thin, translucent, widely surpassing the lattest cerata. Gonopore posterior to outermost cerata on second row.

Jaws oval and strong, 530 µm wide and 730 µm high, with an apical "crest" and a smooth and very long and smooth cutting edge. Radular formula 12 × 0.R.0. in 1 specimen 8 mm long from Cuba. Radular teeth 100-120 µm wide and 50-55 µm high, homogeneous in size, with 23-25 denticles on each side of the central cusp, which is shorter than the denticles.

Biology and behavior: Feed on anemones. When the animal crawls, its rhinophores are rocked rhythmically backwards and forwards (like jumps), but not the rest of the body or the cerata. The spawn is a transparent wavy and open ribbon, with opaque white eggs arranged in 2 rows (in dorsal view). The height of the ribbon is 1 mm, and there are 8 eggs on each of the 2 rows.

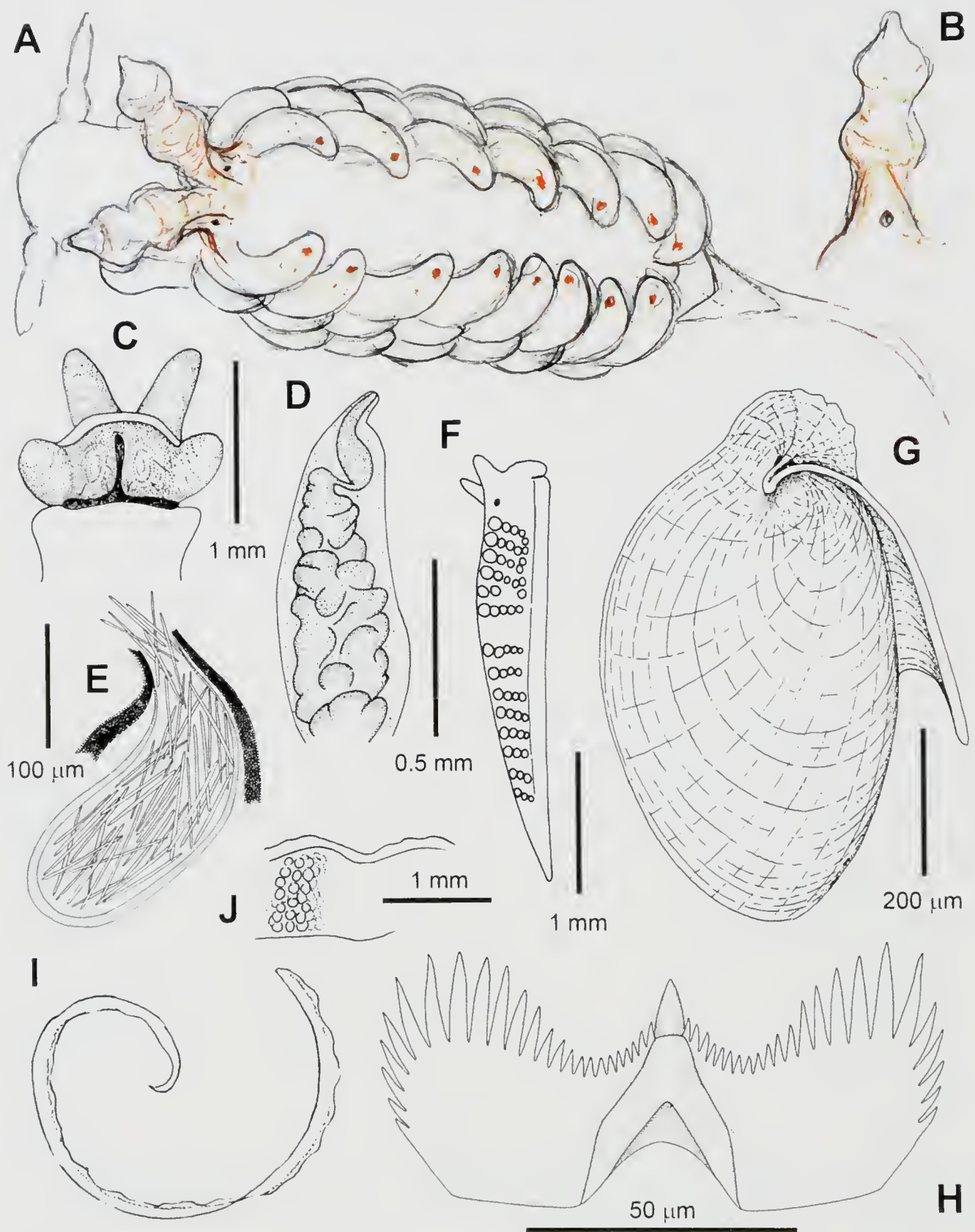


Figure 3.- *Bulbaeolidia oasis* n. sp. from Cuba: **A**, Scheme of the animal in dorsal view; **B**, Lateral view of the rhinophore; **C**, Ventral view of the head (fixed); **D**, Scheme of the cerata (fixed); **E**, Scheme of the cnidosac and its content (fixed); **F**, Scheme of the animal in lateral view (fixed), arrangement of cerata; **G**, Jaw; **H**, Radular tooth. **I**, Spaw.

Distribution: Barbados (EDMUNDS & JUST. 1983: as *Spurilla alba*), Brazil (PADULA & SANTOS, 2006; CARMONA *et al.*, 2013), Cuba, Guadeloupe (ORTEA, ESPINOSA, CABALLER & BUSKE, 2012: as *Aeolidiella alba*), Venezuela.

Remarks: *B. alba* is distinguished from *B. oasis* n. sp. by the thicker oral appendages; the rhinophores, lacking the pattern of reddish transverse striations in of the holotype of *B. oasis* n. sp.; the red square band surrounding the base of the rhinophores; the cerata lacking a reddish spot on the tip; the shorter tail; the jaws which are not oval and have a distinct shape and crest; and by the radular teeth with the central cusp longer than the lateral denticles, which are only 19 (Risbec, 1928).

Unlike *B. oasis* n. sp., *B. japonica* has a body up to 50 mm, slender, brownish white, scattered by numerous white to yellowish white patches, with brown head; dark brown cerata, slender, thin and abundant; rhinophores with 3-4 rings; a radular formula $18 \times 0.R.0.$ in specimens 5 times bigger; and radular teeth with the central cusp longer than the lateral denticles, which are 65 and small (Eliot, 1913; Okutani, 2000).

B. sulphurea n. sp. has pinkish-white body, yellow-sulfur rhinophores, a red square band surrounding the base of the rhinophores, cylindrical, thick and yellow-sulfur oral appendages, cerata pinkish with yellow-sulfur tips and a very short tail, distinct from *B. oasis* n. sp. In addition, *B. sulphurea* n. sp. has bigger jaws with and arrow-shaped crest, and higher radular teeth with less lateral denticles in a bigger specimen.

With *B. oasis* n. sp. the number of sea slug species in Venezuela (CABALLER, ORTEA, RIVERO, CARIAS, MALAQUIAS & NARCISO, 2015) has risen to 135. The number of species in Guadeloupe remains 151 (ORTEA *et al.*, 2012; ORTEA, ESPINOSA, BUSKE & CABALLER, 2013; CABALLER & ORTEA, 2014; 2015), but the record of *Aeolidiella alba* has to be replaced by *B. oasis* n. sp. The number of species in Cuba is very difficult to be established, but briefly, at least 97 species have been cited in the country (ESPINOSA, ORTEA, CABALLER & MORO, 2005; ESPINOSA, ORTEA, FERNÁNDEZ-GARCÉS & MORO, 2007; ORTEA & CABALLER, 2006; CABALLER & ORTEA, 2007), so, with *B. oasis* n. sp. this number would be raised to 98, but a revision is needed due to the high number of scientific papers published in this matter.

5. ACKNOWLEDGMENTS

To our colleague and friend Juan José Bacallado Aránega, scientific coordinator of the project “Galápagos, Patrimonio de la Humanidad”, sponsored by the “Museo de Ciencias Naturales de Tenerife” and the “Sociedad Estatal para el V Centenario del Descubrimiento de América”, in which the specimens from Galapagos were captured. To our colleague and friend José Espinosa, with whom we have explored the fauna from Cuba. To the members of our families present during the fieldtrip in Cuba: Flor Gutiérrez, Alhena Ortea, Maryolis Alcalá. To our friends from the Hotel Oasis. One of the specimens used in this paper was collected in Guadeloupe in May 2012 during the ‘Karubenthos’ expedition (principal investigator Philippe Bouchet), organized jointly by the National Park of Guadeloupe, Muséum National d’Histoire Naturelle (MNHN), Université des Antilles et de la Guyane (UAG) and Université Pierre et Marie Curie (UPMC). We are also indebted to

Hervé Magnin, Olivier Gros and to all the other participants of the expedition. We are grateful to Philippe Bouchet for his invitation to participate in the expedition to Guadeloupe. To the Commander of the Military Base in Simon Bolivar Scientific, Isla de Aves. To TN Freddy Armada and all his crew. To the Commanders of the ships that transported us to Isla de Aves and their crews: Oceanic Patrol (PC-23 Yekuana): CF Jesus Martin and Tug Height (RA 11): CF Antonio Mejia.

6. REFERENCES

- BURN, R. 1966. Some opisthobranchs from southern Queensland. *Journal of Malacological Society of Australia, Melbourne*, 9: 96-109.
- CABALLER, M. & J. ORTEA. 2014. A new sibling species of *Notobryon* Odhner, 1936 (Gastropoda, Nudibranchia) from the Caribbean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94, 1465-1470.
- CABALLER, M. & J. ORTEA. 2007. Nueva especie del género *Hermaea* Lovén, 1844 (Mollusca: Sacoglossa), de la costa norte de La Habana, Cuba. *Avicennia*, 19: 127-132.
- CABALLER, M. & J. ORTEA. 2015. The first species of *Spiniphiline* Gosliner, 1988 (Gastropoda: Cephalaspidea) in the Atlantic Ocean, with notes on its systematic position. *Journal of Molluscan Studies*, 1-7. doi:10.1093/mollus/eyv041.
- CABALLER, M., J. ORTEA, N. RIVERO, G. CARIAS, M.A.E. MALAQUIAS & S. NARCISO. 2015. The opisthobranch gastropods (Mollusca: Heterobranchia) from Venezuela: an annotated and illustrated inventory of species. *Zootaxa*, 4034 (2): 201-256.
- CARMONA L., M. POLA, T.M. GOSLINER & J.L. CERVERA. 2013. A tale that morphology fails to tell: A molecular phylogeny of Aeolidiidae (Aeolidida, Nudibranchia, Gastropoda). *PLoS ONE*, 8(5): e63000. doi:10.1371/journal.pone.0063000.
- EDMUNDS, M. 1969. Opisthobranchiate Mollusca from Tanzania I. Eolidacea (Eubranchidae and Aeolidiidae). *Proceedings of the Malacological Society of London*, 38: 451-469.
- EDMUNDS, M. & H. JUST. 1983. Eolid nudibranchiate mollusca from Barbados. *Journal of Molluscan Studies*, 49: 185-203.
- ELIOT C.N.E. 1913. Japanese nudibranchs. *Journal of the College of Science, Imperial University Tokyo*, 35: 1-47.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA, M. CABALLER & L. MORO. 2005. Moluscos marinos de la península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba, con la descripción de nuevos taxones. *Avicennia*, 18: 1-84.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA, R. FERNÁNDEZ-GARCÉS & L. MORO. 2006. Adiciones a la fauna de moluscos marinos de la península de Guanahacabibes (I), con la descripción de nuevas especies. *Avicennia*, 19: 63-88.
- GOSLINER, T.M. 1985. The aeolid nudibranch family Aeolidiidae (Gastropoda, Opisthobranchia) from tropical southern Africa. *Annals of the South African Museum, Cape Town*, 6: 233-267.
- GOSLINER T.M. 1987. *Nudibranchs of South Africa*. Sea Challengers: California. 136 pp.

- GOSLINER, T.M. 1991. The Opisthobranch gastropod fauna of the Galápagos Islands, p. 281-305. **In:** MATTHEW J. J. (Ed.). *Galápagos marine invertebrates: Taxonomy, biogeography, and evolution in Darwin's islands*. Plenum Press, New York, 474p.
- GOSLINER, T.M., D.W. BEHRENS & A. VALDÉS. 2008. *Indo-Pacific Nudibranchs and Sea Slugs. A field guide to the World's most diverse fauna*. Sea Challengers Natural History Books and California Academy of Sciences, California, 426 pp.
- GOSLINER T.M., J. ORTEA & Á. VALDÉS. 2004. New data on tropical eastern Pacific Chromodorididae (Nudibranchia: Doridina) with description of a new species of *Mexichromis* Bertsch, 1977. *Proceedings of the California Academy of Sciences* (4) 55(32): 588-597
- OKUTANI, T. 2000. *Marine mollusks in Japan*. Tokai University Press, Tokyo, 1224 pp.
- ORTEA, J. 2010. Tres nuevas especies de *Doto* Oken, 1815 (Mollusca: Nudibranchia), colectadas en el Caribe de Costa Rica y en las Islas Galapagos. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 21(3-4): 109-115.
- ORTEA, J., J.J. BACALLADO & Á. VALDÉS. 1992. N°1 Chromodorididae (Mollusca: Nudibranchia). *Resultados Científicos del Proyecto Galápagos, Patrimonio de la Humanidad, TFMC*, 1: 31-71.
- ORTEA, J. & M. CABALLER. 2006. Nueva especie de *Doto* Oken, 1815 (Mollusca: Cladobranchia), nombrada en honor de Torrelavega, ciudad hermanada con La Habana. *Avicennia*, 19: 121-126.
- ORTEA, J., M. CABALLER & J.J. BACALLADO. 2003. Una nueva especie de *Eubranchus* Forbes, 1838 (Mollusca: Nudibranchia) de las Islas Galápagos. *Avicennia*, 16: 103-106.
- ORTEA, J., J. ESPINOSA, Y. BUSKE & M. CABALLER. 2013. Additions to the inventory of the sea slugs (Opisthobranchia and Sacoglossa) from Guadeloupe (Lesser Antilles, Caribbean Sea). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 25: 163-194.
- ORTEA, J., J. ESPINOSA, M. CABALLER & Y. BUSKE. 2012. Initial inventory of the sea slugs (Opisthobranchia and Sacoglossa) from the expedition KARUBENTHOS, held in May 2012 in Guadaloupe (Lesser Antilles, Caribbean Sea). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 24: 153-182.
- ORTEA J., L. MORO & M. CABALLER. 2014. Contribución al estudio de la familia Pleurobranchidae Gray, 1827 (Mollusca: Opisthobranchia) en la Macaronesia y las islas Galápagos. *Vieraea*, 42: 117-148.
- PADULA, V. & F.N. SANTOS. 2006. Three new records of Nudibranchia (Mollusca, Gastropoda) - Additions on the Brazilian Biodiversity. *Biociencias, Porto Alegre*, 14: 214-220.
- RISBEC, J. 1928. Contribution à l'étude des nudibranches Néo-Calédoniens. *Faune des Colonies Françaises*, 2: 1-328.
- SPHON, G. G. 1971. New opisthobranch records from eastern Pacific. *The Veliger*, 13: 368-369.
- SPHON, G. G. 1978. Additional notes on *Spurilla alba* (Risbec, 1928) (Mollusca, Opisthobranchia). *The Veliger*, 21(2): 305.
- YONOW, N. 2008. *Sea slugs of the Red Sea*. Pensoft, Moscow, 304 pp.

New data on the genus *Hermaea* (Mollusca: Sacoglossa) in Europe, with the description of a new species from Spain

Caballer^{1,2}, M. & Ortea³, J.

¹ Muséum National d'Histoire Naturelle, 55 rue de Buffon, 75005 Paris, France

² Centro de Oceanología y Estudios Antárticos. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Ctra. Panamericana Km 11, Miranda, Venezuela
manuelcaballergutierrez@hotmail.com

³ Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Facultad de Biología, Universidad de Oviedo
C/ Catedrático Valentín Andrés Álvarez, 33006 Oviedo, Asturias, Spain
jorte@uniovi.es

*Corresponding author: mcaballergutierrez@mnhn.fr

ABSTRACT

Hermaea bifida (Montagu, 1815) is the most widespread of the species of *Hermaea* Lovén, 1844 known in the Eastern Atlantic. Its distribution ranges from Sweden to Spain and the Mediterranean Sea. In Europe, any translucent Hermaeidae with red pigmentation in the digestive and auriculate rhinophores is usually determined as *H. bifida*. A new species of the genus from the north of Spain, cryptic with *H. bifida*, and traditionally determined as such, is described in this paper. This new species is characterized by a typical pattern of red bands, the digestive gland inside the cerata not forked distally, and stylet-shaped teeth, lacking lateral expansions. In addition, the amplitude of the distribution of *H. bifida* is discussed, in the context of the disruption caused by the discovery of the new species from the north of Spain.

Key words: Gastropoda, Hermaeidae, *Hermaea bifida*, sibling species, Eastern Atlantic, Biscay Bay.

RESUMEN

Hermaea bifida (Montagu, 1815) es la especie más común de *Hermaea* Lovén, 1844 conocida en el Atlántico Este. Su distribución abarca desde Suecia hasta España y el mar Mediterráneo. En Europa, cualquier Hermaeidae translúcido con pigmentación rojiza en el digestivo y rinóforos auriculados, es habitualmente determinada como *H. bifida*. En este artículo se describe una especie nueva de *Hermaea* del norte de España, críptica con *H. bifida*, y tradicionalmente confundida con la misma. Dicha especie se caracteriza por su patrón típico de bandas rojas, el digestivo en el interior de los ceratas, que no se bifurca en el

extremo distal, y por presentar dientes radulares en forma de estilete sin expansiones laterales. Adicionalmente la amplitud de la distribución de *H. bifida* es discutida en el contexto de la disrupción causada por el descubrimiento de esta nueva especie en el norte de España.

Key words: Gastropoda, Hermaeidae, *Hermaea bifida*, especie críptica, Atlántico Este, Mar Cantábrico.

1. INTRODUCTION

The genus *Hermaea* Lovén, 1844 is composed by little and cryptic herbivorous sea slugs with auriculate rhinophores, cerata lacking albumen gland, the digestive gland visible through the skin and uniseriate radula. The genus was established by LOVÉN (1844) to include *Doris bifida* Montagu, 1815 and *Hermaea venosa* Lovén, 1844. This nomenclatural act initiated a taxonomic hassle, given that *H. venosa* is indeed a junior synonym of *Calliopoea dendritica* Alder & Hancock, 1843, the type species of *Placida* Trinchese, 1879. To solve the controversy, GRAY (1847) designated *Hermaea bifida* (Montagu, 1815) (Type locality: coast of Devon, England) as the type species of the genus *Hermaea*. Posteriorly, COSTA (1864) described the genus *Physopneumon* Costa, 1864 from the Gulf of Naples, which resulted synonymous to *Hermaea*.

In addition to the complex taxonomical history of the genus, it is worth noting that the original description of *D. bifida* done by MONTAGU (1815) was not very precise (Figure 1 B). Therefore, ALDER & HANCOCK (1851) gave a detailed account on the species (Figures 1 C-D), which allowed giving stability to the name. In the last 170 years, *H. bifida*, a very cryptic and elusive snail, has been recorded in nearly all Europe: from the British islands (ALDER & HANCOCK, 1851: Fam. 3, Pt. 39), the Shetland Islands (PLATTS, 1985), Sweden (LOVÉN, 1844) and the Netherlands (VAN BRAGT, 2004), to the Iberian Peninsula (CERVERA, CALADO, GAVAIA, MALAQUIAS, TEMPLADO, BALLESTEROS, GARCÍA-GÓMEZ & MEGINA, 2006). In the Mediterranean the distribution of the species span to Italy (SCHMEKEL & PORTMANN, 1982), where, the first records are due to *Physopneumon carneum* Costa, 1864, the type species of *Physopneumon*, considered to date synonymous to *H. bifida* (PRUVOT-FOL, 1954; SCHMEKEL & PORTMANN, 1982). The records of *H. bifida* from Western Atlantic (ESPINOSA & ORTEA, 2001; VALDÉS, HAMANN, BEHRENS & DUPONT, 2006) have been rejected by CABALLER & ORTEA (2013).

ORTEA (1977a) and CABALLER (2007) collected several specimens of *Hermaea* in the Biscay Bay which were misidentified as *H. bifida* for more than 35 years. A comparative study on their anatomy demonstrated that this name could not be applied. The aim of this paper is to distinguish these specimens from *H. bifida* and describe them as a new species. Additionally, the distribution of the older species is discussed, due to this discontinuity in the north of Spain, which opens the possibility that *Hermaea carneum* (Costa, 1864), in the Mediterranean, is a valid taxa.

2. MATERIAL AND METHODS

The specimens were obtained by examination of algae collected by wading, snorkeling or scuba diving at several localities in Cantabria and Asturias from 1975. The external anatomy and coloration pattern of each specimen was studied using a stereoscopic microscope, photographed and preserved in ethanol 96%. Radula and genital apparatus were extracted from selected specimens, then, the radula was cleaned using NaOH to dissolve remaining tissues, rinsed with clean water and mounted in microscopy slides with glycerin. The genital apparatus was directly mounted for observation under the optical microscope. Specimens of *H. bifida* were loaned by NHMUK and dissected to compare de external and internal anatomy. **Abbreviations:** JOC-Jesus Ortea Collections, Noreña, Asturias, Spain. MCC-Manuel Caballer Collections, Boo de Pielagos, Cantabria, Spain. MNHN-Muséum national d'Histoire naturelle, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France; NHMUK-Natural History Museum, Cromwell Road, London, UK. TFMC-Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, Organismo Autónomo de Museos, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain.

3. SYSTEMATICS

Family HERMAEIDAE H. Adams & A. Adams, 1854

Genus *Hermaea* Lovén, 1844

Type species: *Doris bifida* Montagu, 1815: *Transactions of the Linnean Society of London* 11: 179-204. Type by subsequent designation by GRAY (1847). Type locality: coast of Devon, England.

Hermaea bifida (Montagu, 1815)

(Figures 1 A-D, 2 F-G, H-I)

Synonymy: ?*Physopneumon carneum* Costa, 1864: 158-159, pl. 2, fig. 9.

Material examined: Northern Ireland: Doctor's Bay, Strangford Lough Co. Down, on *Griffithsia setacea*, july 1976 (NHMUKAcc.2316, 1 ethanol), determined by Elizabeth Platts; Ave near P. E. Bay, no date provided (NHMUKAcc.2364, 1 ethanol), determined by T. E. Thompson. (Table 1).

Diagnosis: Oral appendages present. Cerata with little warts on the surface. Central axis of the digestive gland inside the cerata wrapped in a transparent sheath and branched all along its length; branches ramified and forked distally, near the surface of the cerata. Body crystalline to reddish with pigment sometimes concentrated on the head. Rhinophores greenish. Teeth sabot-shaped with smooth lateral expansions. Radular formula: 29-34 × 0.1.0 in specimens 5-10 mm long fixed. Penis unarmed.

Description: Up to 20 mm. Body elongated, narrow, stylized in the adults, translucent to yellowish green, with disperse opaque white granules (Figure 1 A-D) (MONTAGU, 1815;

ALDER & HANCOCK, 1851; ALDER & HANCOCK, 1845-1855; VAN BRAGT, 2004). This granules concentrated in the apex of rhinophores and cerata, head and cardiac area. Foot translucent and bilobated anteriorly. Oral appendages present. Rhinophores yellowish green dorsally, auriculate, with the upper lobe bigger than the lower and a dark reddish tinge in the anterior and posterior sides. Anterior end of the head and inter-rhinophoric space usually with an epidermic reddish tinge, that can be absent in some specimens (Figure 1 A) such as the one shown by MONTAGU (1815), in the original description (Figure 1 B). Eyes behind the rhinophores, in a mask-shaped depigmented area (Figure 1 C). Dorsum, laterals of the body under the cerata and foot translucent or bearing irregular red blotches.

Cerata elongated and wider on the distal third, crystalline with a red tinge that can be absent and with little warts all along the surface, independently from the digestive branches (Figure 1 D). Apex pointed, surrounded by 4 epidermic tubercles. Dorsum translucent or with irregular red blotches; before the first cerata they usually show a red blotch. Digestive gland in the dorsum pink to dark red, composed of two longitudinal branches, which can join together in the anterior end and in the tail or not. When they join anteriorly (specimens 18-20 mm long: ALDER & HANCOCK, 1851: Fam. 3, Pt. 39-3; ALDER & HANCOCK, 1845-1855 [Atlas]: Fam. 3, Pt. 39-3), they may show a central cerata. Up to 25 cerata on each side of the body. Digestive gland inside the cerata, with ramified branches all along the central axis. Branches forked when they reach the internal surface (Figures 1 D, 2 F-G). Tail long, pointed. Anus stalked, dorsal, on the anterior side of the cardiac area. Gonopore below and behind of the right eye. Penis unarmed.

Radular formula $29-34 \times 0.1.0$. in 2 specimens 5 and 10 mm long from Ireland, with 5 teeth in the ascending series, 19-24 in the descending series, 4 in the ascus and 1 tooth in development (Figure 2 H). Last tooth of the ascending series 127-169 μm long. Functional tooth 127-152 μm . Radular teeth sabot-shaped (Figure 2 I), composed of a rectangular base with two projections on its back and a blade-shaped functional part with smooth lateral expansions. ALDER & HANCOCK (1845-1855: pt. 47 supplementary, fig. 31) and THOMPSON (1976) described specimens from England with a radular formula $35-49 \times 0.1.0$. and teeth up to 170 μm .

Biology: Gregarious, typical from shallow and cold water. They may emit a substance with an unpleasant odor to hydrogen sulfide or *Geranium robertianum* (LOVÈN, 1844; HECHT, 1895; VAN BRAGT, 2004). It has been recorded on *Griffithsia setacea* (ALDER & HANCOCK, 1851; ALDER & HANCOCK, 1845-1855; this paper), *Delesseria* sp., *Griffithsia* sp., *Heterosiphonia* sp. (THOMPSON, 1976; THOMPSON & BROWN, 1976), *Delesseria hypoglossum* (GARSTANG, 1890), *Dasysiphonia* spp. and on filamentous green algae such as *Bryopsis* spp. (VAN BRAGT, 2004) or even on the hydroid *Tubularia* spp. (LOVÈN, 1844).

The spawn is spiral, with eggs up to 48-54 μm , and can be observed from summer to the beginning of autumn (Alder and Hancock 1851; Alder and Hancock 1845-1855; Thompson 1976; Van Bragt 2004).

Distribution: In Eastern Atlantic from British Isles (ALDER & HANCOCK, 1851), Shetland Islands (PLATTS, 1985) and Sweden (LOVÈN, 1844) to the Netherlands (VAN BRAGT, 2004).

Remarks: The poor original description of *D. bifida* by MONTAGU (1815) was based in a 6 mm long specimen (Figure 1 B). This description was completed in detail by ALDER & HANCOCK (1851), who used 20 mm specimens, and by THOMPSON (1976). It has been observed that the color pattern of *H. bifida* shows certain variability. In the Netherlands, this species is found in water temperatures from close to 0°C to 22°C, and the color morphs apparently depend on the species of red algae that may be eaten, in combination with water temperature: the colder it gets, the more transparent the specimens are and the less red pigment is present, although that effect may be caused by less feeding activity (Van Bragt personal communication).

On the other hand, the most of the records out of Sweden, British Islands or the Netherlands, are not accompanied by data on the anatomy of the specimens or, when they are, they do not exactly fit in the description of *H. bifida*. This is also the case of the specimens of “*H. bifida*” from the Biscay Bay that are described as a new species in this paper. Thus, all the records of *H. bifida* in the Iberian Peninsula (CERVERA *et al.*, 1988; CALADO *et al.*, 2003; CERVERA *et al.*, 2006) need detailed anatomical studies for confirmation. The records in the Mediterranean are treated in the discussion. FEZ (1974) records *Hermoea bifida* (misspelling) in Valencia (Mediterranean coast of Spain), but, he shows and describes a species of *Hermaea* remarkably different from *H. bifida*. CABALLER & ORTEA (2013) revised the genus *Hermaea* in Western Atlantic, concluding that all the records to *H. bifida* in the Caribbean (ESPINOSA & ORTEA, 2001; VALDÉS *et al.*, 2006) must be rejected.

***Hermaea cantabra* n. sp.**

(Figures 1 E-H, 2 A-E, J-K)

Type material: **Holotype**, February 7, 2004, MNHN-IM-2000-27684. **Paratype**, February 7, 2004, TFM/11315;MO/05143, M. Caballer. Type locality: Intertidal of Isla de la Torre, Santander, Cantabria, Spain, 43°27'55.85"N, 3°46'16.23"W, M. Caballer, J. Ortea.

Material examined: Spain, Cantabria, Santander, Isla de la Torre, 43°27'55.85"N, 3°46'16.23"W, intertidal, M. Caballer: September 17, 2001 (MCC, 2 ethanol); October 17, 2001 (MCC, 1 ethanol); May 16, 2003 (MCC, 1 ethanol); January 22, 2004 (MCC, 2 ethanol); February 7, 2004 (MCC, 5 ethanol); March 7, 2004 (MCC, 2 ethanol); March 8, 2004 (MCC, 1 ethanol); April 4, 2004 (MCC, 4 ethanol). Isla de la Torre, 43°27'55.05"N, 3°46'18.43"W, 5 m depth, May 11, 2003 (MCC, 9 ethanol). North face of Isla de Mouro, 43°28'25.05"N, 3°45'22.37"W, 15 m depth, July 26, 2001 (MCC, 1 ethanol). El Calo, 43°28'24.29"N, 3°45'26.66"W, 15 m depth, July 30, 2004 (MCC, 7 ethanol). Spain, Asturias, Verdicio, 43°37'32.98"N, 5°52'46.84"W, intertidal: July 11, 1975, J. Ortea (JOC, 2 ethanol); August 10, 1976, J. Ortea (JOC, 10 ethanol); September 20, 1978, J. Ortea (JOC, 2 ethanol).

Etimology: *Hermaea cantabra*, named to honor Cantabria, the region where the type locality is located, and their inhabitants.

Diagnosis: Oral appendages absent. Cerata smooth. Digestive gland inside the cerata unwrapped, branches not forked. Body translucent with a typical pattern of bands. Teeth stylet-shaped, lacking lateral expansions. Radular formula: 31-39 × 0.1.0 in specimens 2-8 mm long alive. Penis unarmed.

Description: Up to 9 mm (Table 1). Body translucent to translucent white, with red to brown spots on the dorsum, laterals and tail. Digestive gland reddish brown to light brown (Figure 1 E-H). Sides of the body with an epidermic pattern composed of reddish brown narrow lines (Figures 1 H, 2 B, 2 E): from the rhinophore to mid body, a second branch from the base of the rhinophore to the sole of the foot and from there to the tail. Foot slightly bilobated anteriorly. Rhinophores auriculate, with the upper lobe tapered distally, slightly rounded and higher than the lower. Rhinophores and cerata with opaque white granules. An epidermic reddish brown line runs from the posterior side of the rhinophores to the first cerata and from the anterior side to the snout (Figure 2 A). Eyes behind rhinophores. Digestive gland in the dorsum composed of two separated main branches, which can join in the tail or not. Each of them with secondary T-shaped branches that never join with the other side (Figure 2 A). Cerata elongated and piriform, sometimes ovoid, with a subtle reddish tinge. Apex conical. Digestive gland inside the cerata form a central axis branching in oblique or at right angles, except at the base. Axis not wrapped in a transparent sheath. Branches simple, not forked distally, and not reaching the internal surface of the cerata, however, tubercles raise in this area. Cardiac area triangular, opaque white, perimeter outlined by reddish brown spots. Disperse reddish spots from cardiac area to the tail. Tail long, sometimes longer than the later cerata. Anus dorsal, not stalked, attached in the anterior side of the cardiac area. Gonopore lateral, between the base of the right rhinophore and the first cerata. Penis unarmed.

Radular formula $28-39 \times 0.1.0.$ for 4 specimens 2-8 mm long from Santander Bay, with 5-7 teeth in the ascending series, 17-25 in the descending series, 3-5 in the ascus and 1-2 teeth in development. Last tooth of the ascending series $52-87 \mu\text{m}$ long. Functional tooth $49-77 \mu\text{m}$. Radular teeth stylet-shaped, composed of a rectangular base and a stylet-shaped functional part, lacking lateral expansions. Blade slightly sawed, almost invisibly.

Biology: The specimens from Santander and Asturias inhabit shallow waters (0-15 m), generally in the limit of the lowtide. They can be found mainly on *Codium tomentosum* with epiphytic red filamentous algae or on *Ceramium* spp. It is found together with *Hermaea paucicirra* Pruvot-Fol, 1953.

The spawn of *H. cantabra* n. sp. has been briefly described by ORTEA (1977a: as *H. bifida*), as a white open spiral of 1 whorl and a half and 2.5 mm diameter, with 500 eggs in 5 rows.

Distribution: From Asturias, Spain (ORTEA, 1977a & b) to Arcachon Bay, France (SALVAT, 1968).

Remarks: *H. cantabra* n. sp. can be distinguished from all of the Atlantic congeners by its typical epidermic pattern of red lines. Only *Hermaea nautica* Caballer & Ortea, 2007, a species endemic to Cuba, share a similar pattern. *H. nautica* has smooth lemon-shaped cerata with unbranched digestive gland inside and opaque white granules arranged in two bands, oral appendages present, unbranched digestive gland in the dorsum and 13 radular teeth (CABALLER & ORTEA, 2007), different from *H. cantabra* n. sp.

H. bifida is distinguished from *H. cantabra* n. sp. by bearing oral appendages; by the digestive gland inside the cerata, branched all along the axis, forked near the internal surface and wrapped in a transparent sheath; by the absence of an epidermic pattern of red bands and by the sabot-shaped teeth with lateral expansions.

H. paucicirra is characterized by its whitish body, with a mask-shaped red blotch on the eyes area and red pigment on the dorsum that prevents to see the digestive gland, the bunch-shaped digestive gland inside the cerata, that are ovoid, smooth and covered by red pigment and the penis armed with a dart-shaped structure, different from *H. cantabra* n. sp.

Hermaea boucheti Cervera, García-Gómez & Ortea, 1991 is distinguished from *H. cantabra* n. sp. by the color of its body, yellowish-green; the presence of oral appendages; the branches of the digestive gland in the dorsum, joining together anteriorly; the central cerata between the head and the cardiac area; its prominent anal papilla; and by the sabot-shaped teeth with lateral expansions. In addition, *H. boucheti* lacks the epidermic pattern of red bands typical of *H. cantabra* n. sp.

Some specimens of *H. cantabra* n. sp. from Asturias were captured by ORTEA (1977a & b), who identified them as *H. bifida*, the only species with the digestive ramified inside the cerata, that was considered valid at this time in Europe. SALVAT (1968: on *Codium fragile*) and PODDUBETSKAIA (2014) record *H. bifida* from Arcachon Bay, based on several specimens of *H. cantabra* n. sp. In addition, this species has been frequently misidentified with *H. paucicirra* (NEMBRO, 2014), with whom it can be found.

4. DISCUSSION

Five species of *Hermaea* are known in Eastern Atlantic: *H. bifida*, *H. paucicirra*, *Hermaea boucheti*, *Hermaea ghanensis* Caballer, Ortea & Moro, 2006 and *H. cantabra* n. sp. Nearly all of them inhabit the Iberian Peninsula (except for *H. ghanensis*), which is apparently a buffer zone between the fauna from the cold waters from northern Europe and the temperate fauna from the Mediterranean and northern Africa.

H. bifida has the smallest eggs known in Sacoglossa (THOMPSON, 1976; JENSEN, 2001: together with *Placida dendritica*), this shall mean a great dispersibility, but in more than 35 years of fieldwork in the Biscay Bay (ORTEA, 1977a; CABALLER, 2007), only two species of *Hermaea* have been found: *H. paucicirra* and *H. cantabra* n. sp. (as *H. bifida*). The wide distribution attributed to *H. bifida* has at least one disruption between Asturias and the southern coast of France; more than 600 km of shoreline with temperate waters, different from those out of Biscay Bay. Thus, the records referring to *H. bifida* in Spain and Portugal shall be checked, given the differences between the Mediterranean and the Atlantic waters. In addition a revision of the records of *H. bifida* in the Mediterranean and a comparison with samples from northern Europe is more than advisable. If significative differences were found, the available name for the Mediterranean populations would be *H. carneum*, considered a junior synonym of *H. bifida* to the present.

Hermaeopsis variopicta Costa, 1869 is a species of Hermaeidae which inhabits the north of Spain. The genus *Hermaeopsis* Costa, 1869, is close to *Hermaea* and it has been considered a junior synonym by some authors, but it is distinguished by the radically different color pattern; flattened cerata; bilobed velum; asymmetric digestive glands; vestibular gland in the genital apparatus; and a characteristic type of teeth.

5. ACKNOWLEDGMENTS

To David Reid, Kathy Way and Amelia MacLellan, from the Natural History Museum, London, for their kindness and help and for the loan of the specimens of *H. bifida*. To Peter Van Bragt, for letting us using his photos of the living specimens of *H. bifida* from the Netherlands and for his valuable comments on the anatomy of the species. To Niels Schrieken, Director of BiOrganized and Coordinator of MOO-project St. Anemoon, for his help with the data on *H. bifida*. To our friend and colleague Juan Carlos Canteras. The first author holded a PhD grant from the University of Cantabria, while doing this work.

6. REFERENCES

- ALDER, J. & A. HANCOCK. 1851. *A monograph of the British nudibranchiate Mollusca: with figures of all the species* Part 5: Fam. 1, Pts. 1, 2, 12, 15, 16 & 22; Fam. 2, Pt. 4; Fam. 3, Pts. 5, 16, 17, 27, 37, 39 & 43. Ray Society, London.
- ALDER, J. & A. HANCOCK. 1845-1855. *A monograph of the British nudibranchiate Mollusca: with figures of all the species Vol. I (Atlas)*. Ray Society, London.
- CABALLER, M. 2007. *Catálogo de los sacoglossos y opistobranquios (Mollusca: Gastropoda) de sustrato rocoso de la Bahía de Santander. Revisión de los géneros con especies crípticas*. PhD Thesis, University of Cantabria, Spain, 500 pp.
- CABALLER, M. & J. ORTEA. 2007. Nueva especie del género *Hermaea* Lovén, 1844 (Mollusca: Sacoglossa), de la costa norte de La Habana, Cuba. *Avicennia* 19: 127-132.
- Caballer, M. & Ortea, J. 2013. The genus *Hermaea* Lovén, 1844 (Mollusca: Sacoglossa) in the Caribbean, with the description of a new species from Cuba. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Biología*, XXV: 67-78.
- CALADO, G., M.A.E. MALAQUIAS, C. GAVAIA, J. L. CERVERA, C. MEGINA, B. DAYRAT, Y. CAMACHO, M. POLA & C. GRANDE. 2003. New data on opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda) from the southwestern coast of Portugal. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 19 (1-4): 199-204.
- CERVERA, J.L., G. CALADO, C. GAVAIA, M.A.E. MALAQUIAS, J. TEMPLADO, M. BALLESTEROS, J.C. GARCÍA-GÓMEZ & C. MEGINA, C. 2006. An annotated and updated checklist of the opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda) from Spain and Portugal (including islands and archipelagos). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 20(1-4): 3-122.

- CERVERA J. L., J. C. GARCIA-GOMEZ & J. ORTEA. 1991. Una nueva especie del género *Hermaea* (Gastropoda: Opisthobranchia: Sacoglossa) y redescrición de dos raros sacoglossos de la malacofauna europea. *Iberus* 8 (2): 214-224.
- CERVERA, J.L., J. TEMPLADO, J.C. GARCÍA-GÓMEZ, M. BALLESTEROS, J.A. ORTEA, F.J. GARCÍA, J. ROS & A.A. LUQUE. 1988. Catalogo actualizado de los Opistobranquios (Mollusca, Gastropoda) de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, con algunas referencias a Ceuta y las islas de Alborán. *Iberus*, supplement 1: 1-84.
- COSTA, A. 1864. Di un nuovo genere di molluschi gasteropodi rincenuto nel Golfo di Napoli. *Annuario del Museo Zoologico della Universita di Napoli*, 2(4): 158-159.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2001. Moluscos del mar Caribe de Costa Rica. *Avicennia*, supplement 4: 1-76.
- FEZ, S. 1974. *Ascoglossos y Nudibranquios de España y Portugal*. ISBN 84-400-7559-6. Centro de Biología Aplicada, Institución “Alfonso el Magnánimo”, CSIC, Valencia, 325 pp.
- GARSTANG, W. 1890. A complete list of the Opisthobranchiate Mollusca found al Plymouth with further observations on their morphology, colours and natural history. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1: 399-457.
- GRAY, J.E. 1847. A list of the genera of recent Mollusca, their synonyma and types. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 15: 129-219.
- HECHT, E. 1895. Contribution à l'étude des nudibranchs. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, 8: 539-711.
- LOVÉN, S.L. 1844. Om nordiska halfs-mollusker. *Ofversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens Forhandlingar*, Stockholm, 1(3): 48-53.
- MONTAGU, G. 1815. An account of some new and rare marine British shells and animals. *Transactions of the Linnean Society of London*, 11: 179-204.
- NEMBRO. 2014. *Hermaea bifida*. Available online at: http://www.nembro.info/Opisthobranchia/uk_hermaea_bifida.html. [Accessed on 2014-06-14].
- ORTEA, J.A. 1977a. *Moluscos marinos gasterópodos y bivalvos del litoral asturiano entre Ribadesella y Ribadeo, con especial atención a la subclase de los Opistobranquios*. PhD Thesis, University of Oviedo, Spain.
- ORTEA, J.A. 1977b. Contribución a la actualización de la fauna de Opistobranquios Ibéricos. Sacoglossos. *Boletín de la Estación central de Ecología*, 6(11): 75-91.
- PLATTS, E. 1985. Appendix: An annotated list of the North Atlantic Opisthobranchia. **In:** Just, H. & Edmunds, M. (Eds.), North Atlantic nudibranchs (Mollusca) seen by Henning Lemche, with additional species from the Mediterranean and the north east Pacific. *Ophelia*, supplement 2: 151-170.
- PODDUBETSKAIA, M. 2014. *Hermaea bifida*. Available online at: http://www.med-slugs.de/E/Atl-E/Hermaea_bifida/Hermaea_bifida_07.htm/. [Accessed on 2014-05-14].
- PRUVOT-FOL, A. 1954. Mollusques Opisthobranches. **In:** Lechevalier, P. (Ed.), *Faune de France*, Paris, 58: 183-185.
- SALVAT, F. 1968. *Hermaea paucicirra* Pruvot-Fol, 1953 (Mollusca, Gastropoda, Opisthobranchia, Sacoglossa). *Bulletin du Muséum national d'Histoire Naturelle*, Paris, 2nd series, special number, 40(2) : 358-365.

SCHMEKEL, L. & A. PORTMANN. 1982. *Opisthobranchia des Mittelmeeres. Nudibranchia und Saccoglossa*. Springer-Verlag, Berlin.

THOMPSON, T.E. 1976. *Biology of Opisthobranch Molluscs, Vol I*. Ray Society, London.

THOMPSON, T.E. & G.H. Brown. 1976. *British Opisthobranch Molluscs*. Academic Press, London.

VALDÉS, A., J. HAMANN, D. BEHRENS, D. & A. DUPONT, A. 2006. *Caribbean Sea Slugs. A Field Guide to the Opisthobranch Mollusks from the Tropical Northwestern Atlantic*. Sea Challengers, Gig Harbor, U.S.

VAN BRAGT, P.H. 2004. The sea slugs, Sacoglossa and Nudibranchia (Gastropoda, Opisthobranchia), of the Netherlands. *Vita Malacologica* 2, 3-32.

Table 1. Dimensions (in millimeters) of the specimens studied.

	Specimen length alive	Specimen length fixed
<i>H. bifida</i> NHMUKAcc.2316	–	5
<i>H. bifida</i> NHMUKAcc.2364	–	10
<i>H. cantabra</i> Holotype MNHNIM2000-27684	5	2.6
<i>H. cantabra</i> Paratype TFMC/11315;MO/05143	4	2
<i>H. cántabra</i> , 48 additional specimens		
Maximum	9	–
Minimum	1	–
Mean	3.4	–

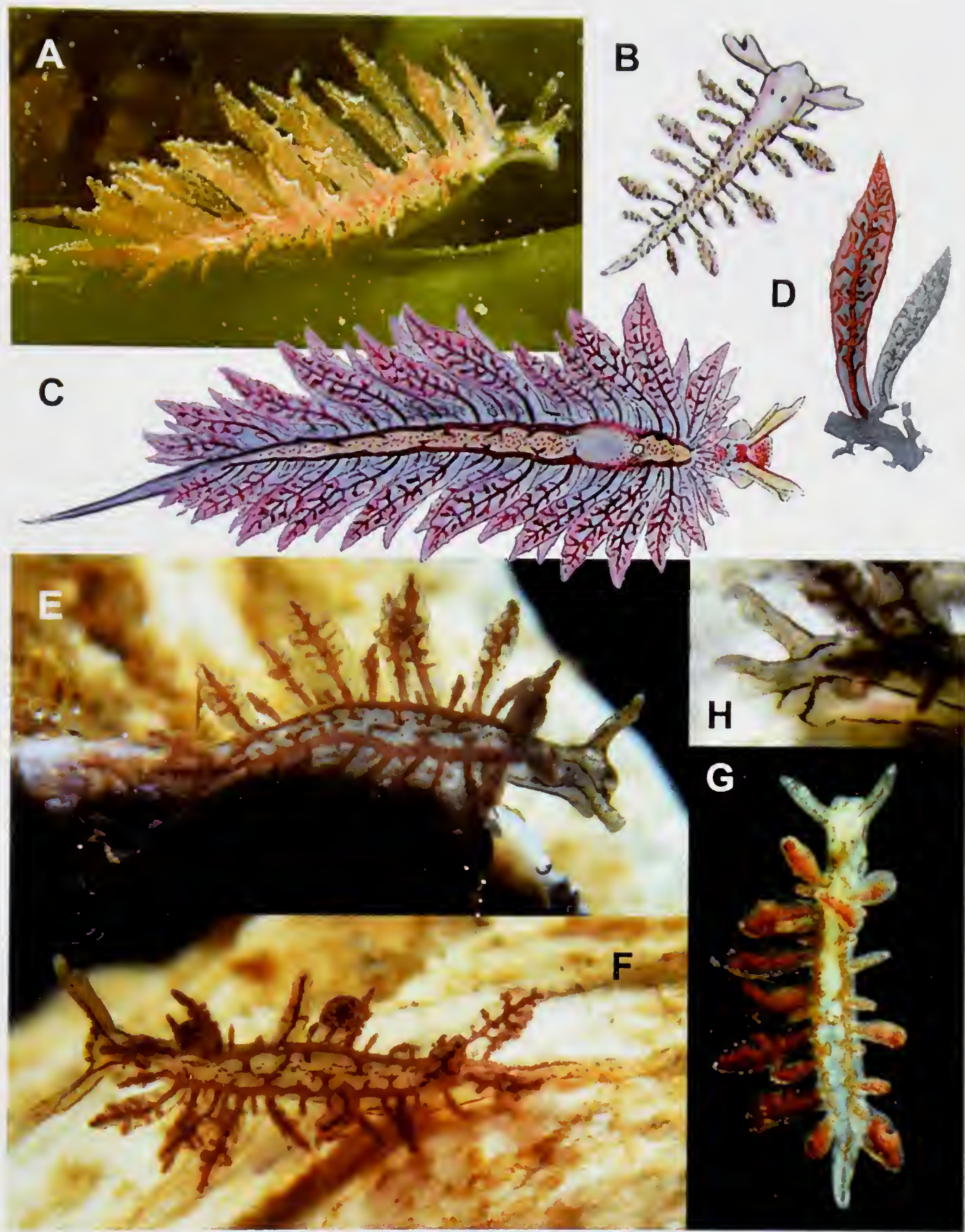


Figure 1. A-D, *Hermaea bifida* (Montagu, 1815). A, Specimen 15 mm long from the Netherlands (courtesy of Peter Van Bragt); B, Iconotype, 6 mm long (Montagu 1815); C-D, Illustrations by Alder and Hancock (1845-1855); C, Dorsal view of a specimen 20 mm long; D, Detail of the cerata with the forked digestive gland inside; E-H, *Hermaea cantabra* n. sp.; E, Dorso-lateral view of the paratype, TFM/11315;MO/05143; F, Dorsal view of the holotype, MNHNIM2000-27684; G, Specimen 2 mm long from Verdicio, Asturias; H, Detail of the color pattern in the left side of the head in a specimen 8 mm long from type locality.

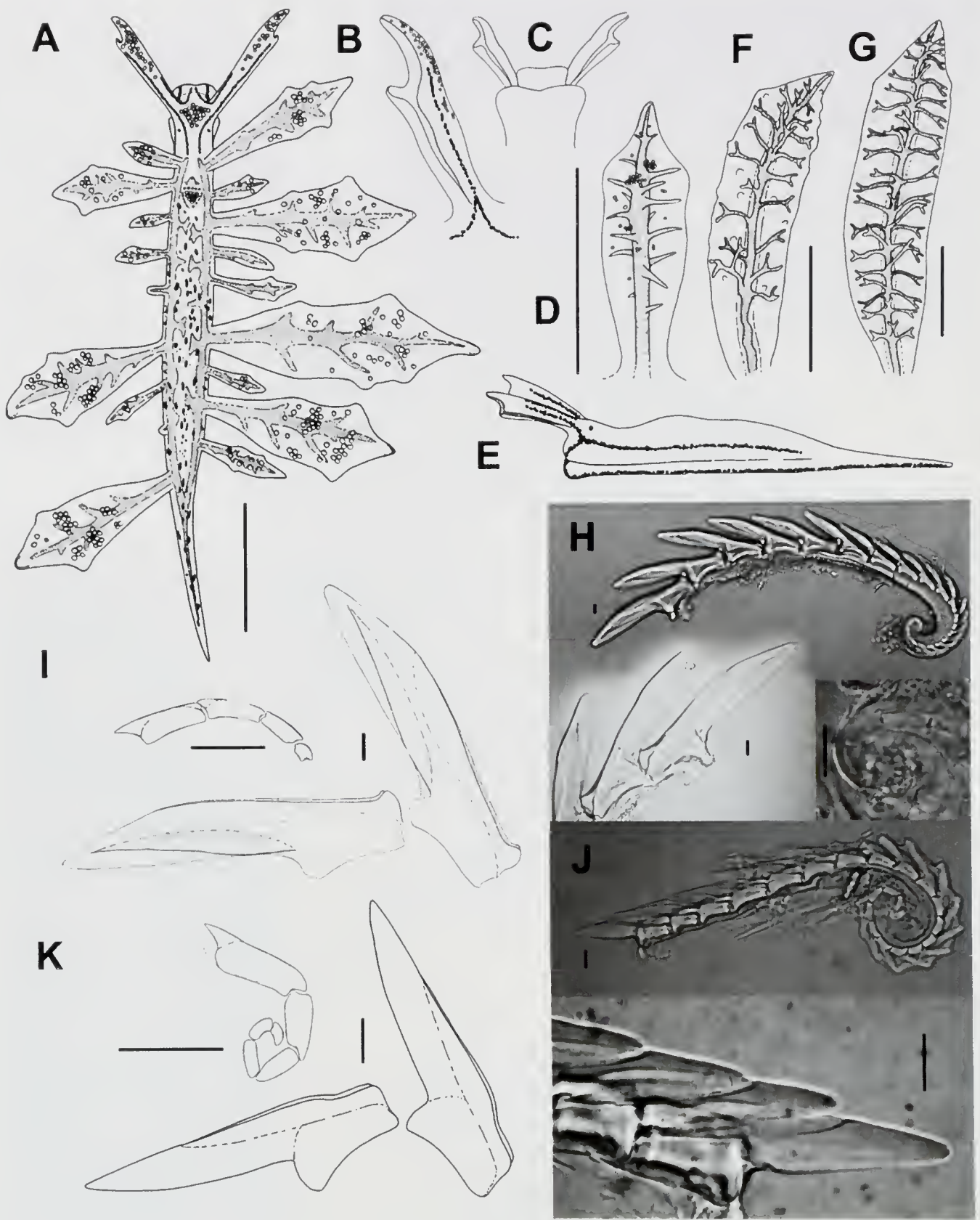


Figure 2. A-E, J-K, *Hermaea cantabra* n. sp. A, Scheme of the typical characters of the species in dorsal view; B, Lateral view of the rhinophore; C, Ventral view of the sole of the foot; D, Scheme of the cerata; E, Scheme of the color pattern in lateral view; J, Descending series of the radula and detail of the functional tooth; K, Ascus, last tooth of the ascending series and functional tooth; F-G, H-I, *Hermaea bifida* (Montagu, 1815) 5 mm long (fixed) from Doctor's Bay, Northern Ireland. F-G, Schemes of the cerata; H, Descending series of the radula and details of functional tooth and ascus; I, Ascus, last tooth of the ascending series and functional tooth. Scales: A, D, F, G, 1 mm; H-K, 10 µm.

Descripción de 21 especies de *Gibberula* Swainson, 1840 (Mollusca: Gastropoda: Cystiscidae) en honor de 21 mujeres distinguidas con el Premio Príncipe de Asturias

Ortea, J.

Departamento BOS, Universidad de Oviedo, España
Calle de la Libertad nº 8, Noreña, Asturias, España
Calzada 1209, E/18 y 20, La Habana, Cuba

RESUMEN

Se describen 21 nuevas especies del género *Gibberula* Swainson, 1840, colectadas en la isla de La Guadalupe y sus islotes, Antillas Menores, Mar Caribe, ilustrando los animales vivos de todas ellas y 18 arquitecturas radulares. Los nuevos taxones han sido nombrados en honor de 21 mujeres ganadoras del premio Príncipe de Asturias.

Palabras clave: Mollusca, Cystiscidae, nuevos taxones, Guadalupe, islas Canarias.

ABSTRACT

Twenty one new species of the genus *Gibberula* Swainson, 1840, found in the Caribbean Sea (Guadalupe, Lesser Antilles), are described, illustrating living animals from all of them and 18 radular architectures. The new taxa has been named in honor of 21 female winners of the Prince of Asturias Award.

Key words: Mollusca, Cysciscidae, new taxa, anatomy, Guadeloupe, Canary Islands.

1. INTRODUCCIÓN

En 1981 nacen los premios Príncipe de Asturias, creados para galardonar la labor científica, técnica, cultural, social y humana realizada por personas o instituciones en el ámbito internacional y con especial atención al de España. En ese mismo año y después de describir 10 especies nuevas de babosas marinas en las costas de Asturias, buscamos nuevos horizontes de investigación: el Mediterráneo, las islas Canarias, México, Cabo Verde, Galápagos y sobre todo Cuba, donde, por un capricho del destino, nuestra base de trabajo radicó y radica en la misma calle en la que vivió su exilio María Zambrano, la primera mujer en ser distinguida con el Premio Príncipe de Asturias. Vecino, como ella, de la habanera Calle de Calzada, fue volver a ver la tarja de la pared de su casa, que recuerda su estancia

y su exilio, lo que me llevó a pensar en la elaboración de este artículo, justo en un momento en el que estos premios pasan de Príncipe a Princesa, y la Fundación que los otorga se redescubre bajo una nueva Directora.

En este trabajo, describimos y dedicamos 21 nuevos taxones de la familia Cystiscidae, del género *Gibberula* Swainson, 1840, a 21 mujeres laureadas con el Premio Príncipe de Asturias; en esta primera aportación se excluyen las galardonadas que comparten un mismo premio con otras mujeres, que podrían ser objeto de publicaciones posteriores en este u otros géneros; sería el caso del Príncipe de Asturias de las Artes 1991 (cuatro mujeres) y del de Cooperación Internacional 1998 (siete mujeres.).

Al menos cinco de las premiadas han sido además distinguidas con la *Legión de Honor de Francia*, a cuya Republica pertenecen La Guadalupe y sus islotes satélites, donde los nuevos taxones tienen su localidad tipo.

Estas primeras 21 especies del género con concha “cristalina”, halladas en la zona central del arco antillano, complementan el inventario realizado por McCleery en el Caribe continental e islas inmediatas McCLEERY (2008 y 2009), más la aportación de FABER (2005), contribuciones que elevan a 53 el número total de congéneres en una región geográfica donde sólo se reconocían 3 especies en el siglo XX. Nuestra experiencia con estos pequeños animales (2-4 mm) muestra un inventario lejos de ser finito; en cada hábitat donde existe *Gibberula*, es frecuente que coexistan varios congéneres cuyos picos de abundancia varían en el tiempo y lo hacen de manera que nunca coinciden los máximos de abundancia de cada uno de ellos; así, el inventario total de especies sólo es posible si los muestreos se realizan en distintas épocas del año, tal y como hemos hecho en Manzanillo (Costa Rica) y Guanahacabibes (Cuba) (ESPINOSA & ORTEA, 2001 y ESPINOSA, ORTEA, CABALLER & MORO, 2006), en los que hemos podido constatar la existencia de una biodiversidad temporal asociada a cada muestreo estacional, en los que siempre se colectaban numerosos ejemplares de los taxones que se encontraban en su pico máximo de abundancia y escasos o ningún individuo del resto, que a su vez conformaban lo que bautizamos coloquialmente biodiversidad *espiritual*, sabíamos que existía pero no era posible visualizarla en las muestras.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Todo el material estudiado fue recogido durante la campaña de mayo de la expedición Karubenthos-2012, en la isla de La Guadalupe (Karukera), Antillas Menores, y sus islotes satélites (Petite Terre, Pigeon, Fortune, etc.) organizada por el Museo Nacional de Historia Natural de París y el Parque Nacional Guadalupe, con el apoyo de la Universidad de las Antillas y Guyana; en dicha misión, se realizaron 272 colectas intensivas de moluscos marinos asociadas a 71 estaciones cuyas muestras fueron obtenidas por búsqueda directa, dragados, raspados, cepillados, aspiración submarina, arranque y remonte de algas, desde la orilla hasta 258 m de profundidad.

Las nuevas especies se fueron nombrando a medida que se iban separando y describiendo, comenzando por las mujeres con el galardón más antiguo en el tiempo. Como norma, se designó como holotipo a un ejemplar fotografiado en vivo, aunque se hayan colectado en la localidad tipo conchas vacías mayores que la suya.

Todos los holotipos de las nuevas especies han sido depositados en el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) de París con el resto del material colectado.

No abundan en las conchas de *Gibberula* los caracteres distintivos y en general, son cristalinas, hialinas o blancas, si exceptuamos las que los distintos autores incluyen alternativamente en *Gibberula* o *Persicula* con los epítetos *fluctuata*, *catenata*, *agrícola*..., e incluso *G. caribetica* Espinosa & Ortea, 2001, del Caribe de Costa Rica, que tratarse del género *Pachy bathron* Gaskoin, 1853. Su superficie lisa, su pequeño tamaño y su protoconcha simple, limitan las descripciones y la comparación entre especies.

A la hora de establecer segmentos de talla, el criterio utilizado en las descripciones es el siguiente: **muy grande**, si es mayor de 5 mm; **grande** de 4 a 5 mm; **mediana** de 3 hasta 4 mm; **pequeña** de 2 a 3 mm y **diminuta**, menor de 2 mm. El ángulo del vértice de la concha (**Av**), establecido a partir de los lados de la espira que convergen en él (véase ABBOT, 1974, contraportada) puede ser un carácter útil y lo incluimos en este trabajo tal y como hicimos con las especies cubanas de *Rissoella* Gray, 1850 (ORTEA & ESPINOSA, 2004) y de Bahamas (CABALLER, ORTEA & REDFERN, 2014).

Las formas de las conchas son también simples y monótonas: bicónicas, cónicas, ovales o subovales...; la teleoconcha no suele tener más de una vuelta y el labio externo puede estar o no engrosado, presentar tubérculos y liras, o ser liso; finalmente, la columela tiene de 3-7 pliegues según las especies (generalmente 4-5) pero suele haber una variabilidad de +/- un pliegue si se examina un lote de al menos 10 ejemplares.

En ORTEA (1972 y 2014) se denomina *Índice de desarrollo* (**Id**) al cociente entre la longitud (L) y la anchura de la concha (A), término que se utiliza en este trabajo ($Id=L/A$). De acuerdo con dicho índice, las conchas serían **muy anchas** cuando su **Id** es menor de 1'7; **anchas** entre 1'71 y 2, **estrechas** entre 2'1 y 2'3 y **muy estrechas** si es más de 2'3. Dicho **Id** debe ser entendido como un carácter más, establecido a partir del material tipo; su rango de variabilidad (varianza) sólo se puede calcular cuando el material es abundante, excluyendo las conchas inmaduras o de labro filoso.

La coloración de los animales vivos, muy compleja en general, y su variabilidad en cada especie, es uno de los caracteres fundamentales para separar los distintos taxones y casi siempre se ajusta a un patrón o diseño cromático; dicha coloración debe ser descrita en el interior de la concha (teleoconcha, protoconcha, núcleo y sutura) además de la distribución de manchas en el pie, cabeza y sifón. La forma del borde anterior de la suela del pie y la proyección de éste por detrás de la concha, así como las del morro y tentáculos de la cabeza, son otros caracteres que se deben tener en cuenta en las descripciones.

En 18 de las 21 especies se estudió la rádula, extraída por métodos convencionales y en cada cinta radular se contaron los dientes raquídeos (placas) por segmentos (saco, dorsal y ventral) y se midieron y dibujaron los dientes, además de algunas variaciones en el número y forma de las cúspides. Su pequeño tamaño (10-30 μ m) y la presencia en todas las especies de una cúspide central mayor que el resto, achica el espacio lateral disponible para que exista una variabilidad en el número de cúspides que actúe como un buen carácter sistemático; en la mayoría de las especies, sólo son tres las cúspides que hay a cada lado de la central y para que sea útil como carácter diferencial, la rádula tiene que ser descrita contemplando cuatro aspectos: número total de dientes raquídeos, anchura, número de cúspides de cada diente y arquitectura de las mismas; los dientes dibujados en este artículo siempre son de la zona media de la cinta. En general, cuando hay más de tres

cúspides laterales éstas se disponen en dos niveles en el arco, alternando su posición entre ellas. Los cartílagos radulares basales tienen la forma de una “vaina de acacia” y sus proporciones en relación a la cinta radular pueden variar en los distintos taxones. En general, presentan un carácter no observado ni descrito hasta ahora, dos varillas anteriores que sostienen la capucha o bolsa del cartílago, que podrían actuar como apoyo a la mecánica del raspado de los dientes (lámina 1 A-B) y de soporte interno de la trompa cuando ésta se alarga, protegida o no por el borde del pie y los palpos de la cabeza (lámina 1E); dichas varillas radulares son frecuentes en las especies de espira saliente (asociadas al morfo *G. lavaliana*), pero pueden faltar en otros taxones con distinto tipo de concha. Estas varillas anexas al cartílago radular nunca han sido descritas en animales del Atlántico, ni siquiera en trabajos recientes como el de MORENO (2012, fig.10) sobre animales de Cabo Verde, donde se ilustra una supuesta rádula teratológica y se habla de un cartílago odontoforal de Cystiscidae en forma de capucha, además de figurar varias placas radulares al MEB.

Hasta la publicación de COOVERT & COOVERT (1995), solo se conocía la rádula en 21 especies de *Gibberula* en todo el mundo y dichos autores la definen como del **Tipo 3**, uniseriada, con 80-153 placas raquídeas, estrechas (8-42 μ m), muy o moderada-

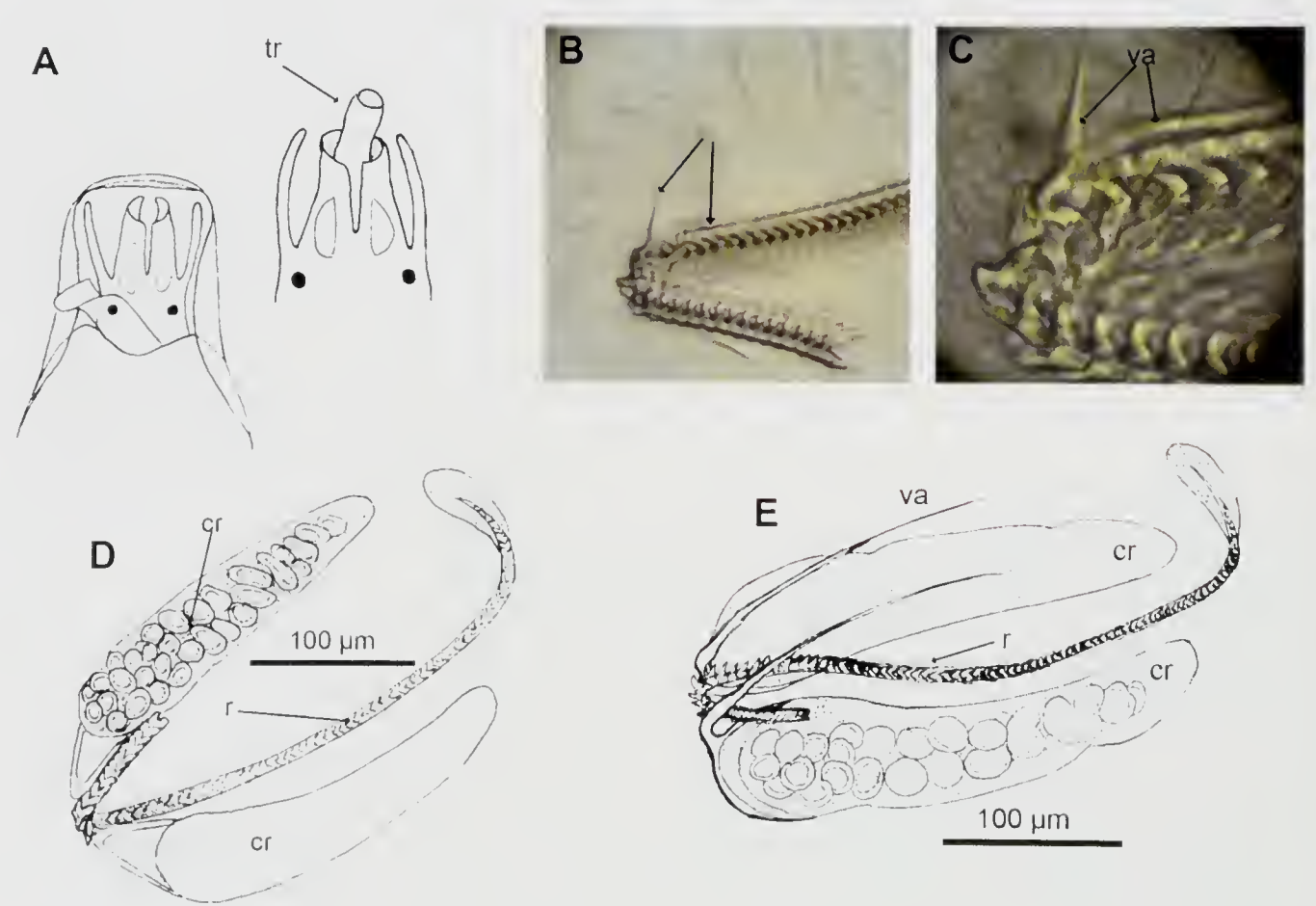


Lámina 1.- Esquema de la parte anterior del animal con el pie estirado hacia delante y plegado sobre la concha, bajo el tubo que forma con los palpos orales, entre los cuales surge una pequeña trompa (A); esquema (E) y fotomicrografías (B-C) de los cartílagos radulares, varillas y rádula; ídem en una especie que no presenta varillas (D). Abreviaturas: cr= cartílagos radulares, va= varillas, r= rádula, tr= trompa.

mente arqueadas, con 5-11 cúspides en el borde cortante de las cuales la central es la más robusta; rádulas adicionales de especies caribeñas se describen en ESPINOSA & ORTEA (2000, 2007 y 2014).

En este trabajo se estudian las rádulas de 18 especies caribeñas de *Gibberula sensu lato*, con concha cristalina, un número cercano al de toda la historia natural del género hasta 1995; rádulas que sólo se ajustan parcialmente a la definición de COOVERT & COOVERT (1995) porque tienen un número mayor de placas en la cinta (hasta 240) y porque suelen presentar dos varillas anteriores de refuerzo y sostén del cartílago radular, estructuras que no habían sido descritas hasta ahora (lámina 1 B-E). Dichas varillas pueden ser utilizadas como un nuevo carácter anatómico para buscar relaciones entre los Cystiscidae, de hecho *Osvaldoginella* Espinosa & Ortea, 1997, tiene cuatro varilla, dos dorsales y otras dos ventrales (ESPINOSA & ORTEA, 2014); *G. marioi* Espinosa & Ortea, 2000, de Costa Rica, podría tener sólo varillas ventrales y en varias especies de este trabajo están presentes las dorsales (*G. zambranoaea*, *G. aschroftae*, *G. atwoodae*, *G. gravesae*...) (lámina 1E) o en su lugar hay un arco de refuerzo en el borde anterior de los cartílagos radulares (*G. watkinsae*) (lámina 1 D).

Esta es la sexta contribución del autor al inventario del género en el Caribe, después de los aportes en Costa Rica, Venezuela y Cuba (ESPINOSA & ORTEA, 2000, ESPINOSA & ORTEA, 2005, ESPINOSA & ORTEA, 2007, ESPINOSA & ORTEA, 2014 y ESPINOSA, ORTEA & CABALLER, 2011); en las cuales, y además de la concha, se demuestra la importancia de la coloración del animal y de la rádula para la taxonomía del género.

Abreviaturas:

MNHN, Museum National d'Histoire Naturelle, París.

GCSM, Gran Cul de Sac Marin, La Guadalupe.

PCSM, Petit Cul de Sac Marin, La Guadalupe.

3. SISTEMÁTICA

Clase GASTROPODA

Subclase PROSOBRANCHIA

Orden NEOGASTROPODA

Familia CYSTISCIDAE Stimpson, 1865

Género *Gibberula* Swainson, 1840

Especie tipo: *Gibberula zonata* Swainson, 1840 (= *Volvaria oriza* Lamarck, 1822: 364) según Gofas (1990: 115). Neotipo depositado en el Museo de Historia Natural de Ginebra 989.104/1.

En MORENO (2012) se puede leer una definición del género basada parcialmente en COOVERT & COOVERT (1995), sin considerar la de ESPINOSA & ORTEA (2007).

***Gibberula zambranoae*, especie nueva**
(Láminas 2A, 8, 11, 13 y 15)

Material examinado: Siete ejemplares recolectados vivos (2/5/2012) en Gran Cul de Sac Marin, Four à chaux (localidad tipo, estación GS01: 16°21'25N, 61°35'08W) en el cepillado de piedras en fondos de arena de terrazas lagunares a 3 m de profundidad. Holotipo (3 mm de largo y 1'7 mm de ancho) depositado en el MNHN París. Destruído un ejemplar con las mismas dimensiones que el tipo para la rádula. PCSM, îlet du Gosier, estación GB01 (16°11'8N, 61°29'66W) cuatro ejemplares colectados vivos (3/5/2012) a -6 m, almacenados para PCA. Sud Port-Louis, Ouest Petit Canal, estación GB15 (16°22'57N, 61°31'74W) seis ejemplares colectados vivos (15/5/2012) en fondos rocosos a 8 m de profundidad, almacenados en alcohol para PCA.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa, pulida, de aspecto cristalino y forma bicónica ancha (Id=1'76-1'88), con el lado izquierdo convexo y el derecho recto, el extremo posterior más ancho que el anterior y con la espira saliente, ancha y algo aguzada (Av=115°). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta, de anchura uniforme en los juveniles (menos de 2'2 mm) y algo más estrecha en su porción posterior que en la anterior en las conchas adultas; labro simple y algo más engrosado en su mitad superior, con una leve inflexión en su porción media; se inserta en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente y presenta unas 11 liras internas, de las cuales las 5-6 posteriores forman denticulos romos sobre su borde libre. Columela con 5 pliegues, de los cuales el segundo anterior es el más desarrollado y el quinto posterior el más reducido, casi vestigial; en el ejemplar más pequeño (2 mm de largo) el labro tiene su borde libre liso, sin liras ni denticulos y el quinto pliegue columelar posterior no está desarrollado. La escotadura sifonal es corta y bien señalada. Color blanco hialino algo translúcido.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco hueso, con puntos y líneas rosa naranja difuminadas por toda su superficie; a la altura del tercio anterior hay una mancha naranja irregular orlada por motas negras más o menos agrupadas y otras 2-3 manchas similares más pequeñas en la mitad posterior, además de una que sigue el contorno de la sutura. Núcleo del ápice blanco rosado. Sifón blanco leche uniforme o con una mota naranja. La cabeza tiene los dos lóbulos del morro abiertos en V y de color blanco níveo en toda su superficie, con tentáculos hialinos muy delgados y el ojo sobre un fondo hialino con una tenue ceja de color naranja.

Suela del pie opaca y de color blanco grisáceo, no permite ver sus manchas dorsales blanco níveo, 4-6 a cada lado, una lateral anterior ancha que se puede fusionar con la del otro lado, 2-4 laterales irregulares, la primera mayor que el resto y una posterior, sobre la cola, alargada y mayor que las demás; entre las manchas blancas puede haber algún punto o manchita naranja aislados. Cuando se desplaza no arquea el borde anterior del pie hacia atrás y sus laterales son angulosos.

Cartílagos radulares con amplios "alveolos", y una longitud de 400 µm. Rádula con 204 dientes raquídeos (placas) de 20 µm de ancho como máximo, con una gran cúspide central y tres robustas cúspides a cada lado, más pequeñas que la central (figura); el segmento del saco tiene 30 dientes, el dorsal 120 y el ventral 54. Dos varillas oblicuas refuerzan al cartílago radular en su porción anterior. Los dientes son algo más altos que anchos.

Etimología.- Nombrada en honor de la filósofa María Zambrano (Vélez, Málaga, España, 1904-1991), exiliada y vecina de Calzada, La Habana, entre 1948 y 1953, distinguida en 1981 con el Premio Príncipe de Asturias de Comunicación y Humanidades, autora de obras como *Claros del bosque* o *De la aurora*, donde su propuesta filosófica adquiere un aire místico.

Discusión.- Por su tamaño, la coloración del animal y por la forma bicónica de la concha, *Gibberula zambranoae*, especie nueva, puede ser comparada con *Gibberula mandyi* Espinosa & Ortea, 2005 de la península de Guanahacabibes, Cuba, aunque esta especie es más pequeña y de concha más ancha (Id=1'51), arquea el borde anterior del pie hacia atrás cuando se desplaza, tiene una distribución de las manchas en el dorso del pie muy diferente y distinta coloración de la cabeza; la rádula de *G. zambranoae* guarda cierta relación con las de *Gibberula marioi* Espinosa & Ortea, 2000, del Caribe de Costa Rica y *Gibberula laritzae* Espinosa & Ortea, 2014 de Baracoa, Cuba, cuyas conchas y coloración del animal vivo son bien diferentes.

***Gibberula martingaiteae*, especie nueva**
(Láminas 2B, 8, 11, 13 y 15)

Material: Tres ejemplares recolectados vivos y una concha (4/5/2012) en Manche à l'eau, Bahie Mahault (localidad tipo, estación GD01: 16°22'57N, 61°34'12W), en dragados a 80 m de profundidad. Holotipo (1'9 mm de largo y 1'2 mm de ancho) depositado en el MNHN, destruido un ejemplar del tamaño del tipo para obtener la rádula; GCSM, pendiente externa frente a Fajou, (estación GB03: 16°21'7N, 61°36'4W), dos ejemplares (5/5/2012) en fondos coralinos a -22 m. Basse-Terre (estación GD08: 16°12'4N, 61°47'1W), un ejemplar recolectado vivo (8/5/2012) a -35 m. Les 3 arches (Port-Louis) (estación GB19: 16°23'26N, 61°31'79W) dieciséis ejemplares recolectados vivos (17/5/2012) y seis conchas a -11 m, seis de ellos conservados en alcohol para PCA (IM-2009-(31059-31064)). Pointe de la Fontaine, Anse-Bertrand, (estación GR30: 16°27'74N, 61°31'84W) tres ejemplares recolectados vivos (17/5/2012) a -18 m. El mayor ejemplar recolectado midió 2'2 mm de largo y 1'4 mm de ancho. Estudiadas rádulas de animales de GD01 (loc. tipo), GB19 y GR30.

Descripción.- Concha diminuta, de superficie lisa y pulida, subcónica muy ancha (Id=1'56-1'64), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto a convexo, el extremo posterior más ancho que el anterior y con parte de la protoconcha recubierta parcialmente por la última vuelta, dando una espira algo hundida, con el núcleo prominente, como un mamelón, que modifica el ángulo de la espira, carácter que varía de unos ejemplares a otros. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta, de anchura uniforme o algo más estrecha en su porción posterior; labro simple y poco engrosado, insertado sobre la protoconcha cubriendo la sutura de la vuelta precedente y con un máximo de 11 liras internas, de las cuales las 3-4 posteriores pueden formar denticulos romos en su borde libre. Columela con cinco pliegues, de los cuales los dos anteriores son los más desarrollados y el quinto posterior el más reducido, casi vestigial; hay ejemplares de la talla del tipo cuyo labro tiene el borde libre liso, sin liras ni denticulos y sin el quinto pliegue columelar posterior. La escotadura sifonal es muy corta y poco señalada. Conchas blanquecinas y translúcidas.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco hueso, con puntos rosados y naranjas salpicados por toda su superficie; a la altura del tercio anterior hay

una mancha de tamaño mediano, triangular o irregular, contorneada por una cadena de manchas naranjas sobre fondo negro que rodean a una superficie verde; una o dos manchas parecidas y más pequeñas se disponen en la mitad posterior, cercanas al contorno de la sutura. Núcleo del ápice blanco. Sifón blanco níveo uniforme. La cabeza tiene los dos lóbulos del morro abiertos en V, de color blanco níveo por dentro e hialinos con 2-4 manchas naranjas por fuera, con tentáculos hialinos delgados; sobre cada ojo hay una ceja de color naranja o puede haber manchas naranjas anteriores y posteriores a ellos.

Suela del pie con 4-5 grandes manchas blancas laterales o con una gran mancha blanco níveo en el centro, ramificada en hasta 6 lóbulos laterales de igual color entre los cuales hay manchitas naranjas sobre un fondo blanco hielo; las dos manchas blancas posteriores, sobre la cola, son mayores que las demás y las más anteriores las más pequeñas. Borde anterior del pie recto, con sus ángulos redondeados y estrecho en relación a la concha, al igual que el resto de la suela. Cuando se desplaza puede plegar los lados del borde anterior del pie sobre la concha y la cola sobresale por detrás hasta un 20 % de la longitud de la concha; hay un lóbulo posterior del manto de color blanco bajo el ápice.

La rádula, estudiada por fragmentos, tiene al menos 180 dientes raquídeos de unas 20 μm de ancho, con una cúspide central y cinco laterales que, en general, son más grandes hacia el borde, aunque pueden presentar variaciones en su altura en los distintos dientes (lámina 15).

Etimología.- Nombrada en honor de la escritora Carmen Martín Gaité (Salamanca, España, 1925-2000), distinguida en 1988 con el Premio Príncipe de Asturias de las Letras, compartido con el poeta gallego José Ángel Valente (1929-2000); fue la primera mujer laureada (1978) con el *Premio Nacional de Literatura* por *El cuarto de atrás* y recibió en 1994 el *Premio Nacional de las Letras* por el conjunto de su obra.

Discusión.- Por la coloración del animal y por lo poco que proyecta la cola por detrás, (20 % de la concha), *Gibberula martingaiteae*, especie nueva, guarda relación con *G. arubagrundis* McCleery, 2009, descrita de fondos de arena (1-2 m) del Lagoon de Boca Grandi, Aruba, que es de mayor tamaño (hasta 3'3 mm), carece del color verde asociado a las manchas naranjas del cuerpo, tiene el labro engrosado y con 18 denticulos en su borde libre, además una espira y pliegues columelares diferentes, con una quilla en el primero de ellos; los animales de *G. arubagrundis* pliegan los laterales del borde anterior del pie sobre la concha, como las especies de *Osvaldoginella* o los de *G. goodallae* y *G. veilae*, descritas en este trabajo.

***Gibberula delarrochae*, especie nueva**
(Láminas 2C, 8, 11, 13 y 15)

Material: Tres ejemplares recolectados vivos (2/5/2012) en Gran Cul de Sac Marin, Four à chaux (localidad tipo, estación GS01:16°21'25N, 61°35'08W) en el cepillado de piedras en fondos de arena de terrazas lagunares a 3 m de profundidad. Holotipo (2'2 mm de largo y 1'5 mm de ancho) depositado en el MNHN París. Destruído un ejemplar con las mismas dimensiones que el tipo para la rádula. GCSM, ilet à Colas, estación GS02 (16°20'94N, 61°34'39W) 4 ejemplares recolectados vivos (3/5/2012) a 15 m de profundidad, conservados en alcohol para PCA.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa y pulida, de forma bicónica ($Id=1'46-1'6$) muy ancha, con el lado izquierdo convexo y el derecho recto; el extremo posterior es más ancho que el anterior y la espira saliente, ancha y algo aguzada ($Av=115^\circ$). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y ligeramente más estrecha en su mitad posterior; labro simple y recto, con el mismo espesor en todo su borde libre, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente y con 8-9 lirás internas en sus 2 tercios anteriores, de las cuales las 3-4 posteriores llegan a formar dentículos romos en la cara interna del borde libre. Columela con cuatro pliegues, de los cuales los dos anteriores son los más desarrollados, sobre todo el segundo; el cuarto posterior el más reducido y por encima de él puede haber el esbozo de un quinto pliegue. La escotadura sifonal es corta y bien señalada. Color blanco hialino algo translúcido.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco rosado, con puntos, líneas y manchas rosa, naranja y carmín más o menos difuminadas por la superficie; en la zona central hay una mancha irregular cuya porción media es de color verde orlado por motas naranjas y las porciones anterior y posterior negras con motas naranja; manchas similares, más pequeñas, aparecen a cada lado de ella, sobre la sutura y en la protoconcha. Núcleo del ápice blanco con una mancha naranja. Sifón blanco níveo con manchas rosadas. Cabeza con los lóbulos del morro cortos, algo cóncavos y con su extremo distal hialino o blanco níveo, color que mancha la cabeza entre los dos ojos; los tentáculos son hialinos, con o sin una mancha naranja en la base, sobre fondo grisáceo, al igual que los laterales de la cabeza donde hay 2-3 manchas naranjas y negras.

Suela del pie de color blanco hielo con 5 manchas dorsales blanco leche a cada lado, una lateral anterior oblicua y ovalada, tres o más laterales redondeadas y una posterior sobre la cola, alargada, fragmentada o no y mayor que las demás; entre las manchas blancas hay puntos y manchita naranjas y negras. El borde anterior del pie es casi recto, incluidos sus ángulos y puede presentar o no una banda blanca transversal por debajo de la cabeza. Cuando repta, la cola sobresale por detrás de la concha un 25 % de su longitud; hay un pequeño lóbulo ventral del manto de color negro, bajo el núcleo y todo el contorno de la concha está cubierto por el borde manto, que es blanco hialino uniforme.

Los dientes raquídeos (lámina 15) miden unas 15 μm de ancho, con una cúspide central grande y otra, algo menor, a cada lado, además de dos pequeñas cúspides laterales externas; algunos dientes tienen una pequeña cúspide pegada a la central y una tercera lateral externa.

Etimología.- Nombrada en honor de la pianista Alicia de Larrocha (Barcelona, España, 1923-2009), distinguida en 1994 con el Premio Príncipe de Asturias de las Artes, reconocida por sus interpretaciones magistrales de las obras de autores españoles como Manuel de Falla, Isaac Albéniz o Enrique Granados.

Discusión.- Por su concha bicónica, *Gibberula delarrochae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. zambranoae*, descrita anteriormente, pero es de menor tamaño, más ancha, con menor número de lirás y con una coloración del animal diferente, marcada por presentar pigmento verde en las grandes manchas del cuerpo; la cabeza también es diferente, con los lóbulos del morro más cortos y cóncavos y el pie con el borde anterior redondeado. El

lóbulo negro posterior del manto la relaciona con *G. ubitaensis* Espinosa & Ortea, 2000, de Manzanillo, Costa Rica, *G. crassa* McCleery, 2009 de San Blas, Panamá, (véase McCLEERY, 2009, figuras 6, 7, 25, 26, 33 y 35) y *G. norvisae* Espinosa & Ortea, 2014, de Baracoa, Cuba, todas ellas con animales de coloración muy diferente.

***Gibberula navratilovae*, especie nueva**
(Láminas 2D, 8, 11, 13 y 15)

Material: Doce ejemplares recolectados vivos (4/5/2012) en Grand Cul de Sac Marin (localidad tipo, estación GR04: 16°21'97N, 61°38'09W), en fondos coralinos a 23 m de profundidad. Holotipo (1'7 mm de largo y 1'1 mm de ancho) depositado en el MNHN, destruidos dos ejemplares del tamaño del tipo para obtener las rádulas. GCSM, pendiente externa (estación GS04: 16°21'97N, 61°37'98W) (4/5/2012), dos ejemplares en fondos coralinos a -11 m; GCSM, Gros Mouton (estación GS05: 16°21'72N, 61°36'35W) (5/5/2012), cinco ejemplares en fondos coralinos a -22 m; Epave avion, Port Louis (estación GB12: 16°25'61N, 61°32'57W) (14/5/2012), cinco ejemplares a -14 m, conservados en alcohol para PCA; ilot Caret (estación GS30: 16°21'26N, 61°37'79W) (23/5/2012), cinco ejemplares a -2 m, conservados en alcohol.

Descripción.- Concha diminuta, de superficie lisa y pulida, de forma bicónica sub-oval ($Id=1'49-1'58$) muy ancha, con el lado izquierdo más convexo que el derecho; el extremo posterior es algo más ancho que el anterior y la espira saliente y poco aguzada ($Av=125^{\circ}-130^{\circ}$). Protoconcha formada por una vuelta de núcleo pequeño y poco saliente, incluso lenticular. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y ligeramente más estrecha en su mitad posterior; labro simple y con el mismo espesor en todo su borde libre que es liso, sin denticulos ni liras internas; se inserta en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente o inmediato a ella; Columela con cinco pliegues, de los cuales el segundo anterior es el más desarrollado; los cuatro pliegues posteriores son paralelos entre sí y su espesor decrece de forma gradual hacia atrás; algunas conchas tiene el esbozo de un sexto pliegue y en otras hay solo cuatro. La escotadura sifonal es corta. En los animales vivos las conchas son cristalinas; vacías son de color blanco hialino, algo translúcido.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco hueso, con puntos y manchas irregulares, naranja más o menos dispersas por la superficie; en la zona central hay una mancha irregular cuya zona media es de color verde olivo con alguna mota naranja y las porciones anterior y posterior presentan una gran densidad de motas naranja sobre un fondo negro; manchas parecidas y más pequeñas pueden aparecer a la derecha de ella, sobre la sutura hay una disposición alineada de manchas de color naranja, algunas con forma de coma, que colorean también el cuerpo en el interior la protoconcha. Sifón de color blanco liso o con 1-2 manchas naranja. Cabeza con los lóbulos del morro largos y convexos, con su extremo distal hialino y el resto blanco níveo, color que mancha la cabeza entre los dos ojos; los tentáculos son hialinos, sin manchas y los laterales de la cabeza hialinos con 2-5 manchas alineadas de color naranja vivo.

Suela del pie de color blanco hielo con 6-8 manchas dorsales blanco níveo a cada lado, una lateral anterior oblicua y triangular, a veces fragmentada, 5-6 o más, laterales ovaladas o irregulares y una posterior sobre la cola, rectangular, fragmentada o no y mucho mayor que las demás; entre las manchas blancas hay manchitas naranjas, de un color muy vivo que en algunos ejemplares casi llenan el espacio que hay entre las dos manchas blan-

cas de la cola. El borde anterior del pie es casi recto, incluidos sus ángulos y puede presentar manchitas naranjas paralelas a él. Cuando reptar, la cola sobresale por detrás de la concha un 40 % de su longitud; el borde del manto que recubre a la concha por debajo de la protoconcha es hialino con manchas blancas y naranja.

La rádula tiene 170-180 dientes raquídeos en ejemplares de tamaño similar al tipo, 12-17 de ellos en el saco; dichos dientes (lámina 15) miden 15 μm de ancho (8 en el saco), con una cúspide central grande y otra algo menor a cada lado, además de una o dos cúspides laterales externas muy pequeñas, que pueden faltar en algunos dientes.

Etimología.- Nombrada en honor de la tenista estadounidense (1981) de origen checo Martina Navratilova (Praga, República Checa, 1956), distinguida en 1994 con el Premio Príncipe de Asturias de los Deportes, número uno del ranking femenino mundial (1982-87) y ganadora de torneos como Wimbledon, en ocho ocasiones, o Roland Garros, en dos.

Discusión.- La ausencia de liras en la cara interna del labro y el borde posterior del manto sobre la protoconcha, con manchas naranjas y blancas, son caracteres distintivos de *Gibberula navratilovae*, especie nueva, frente a sus congéneres en La Guadalupe; otro carácter singular son las manchitas rojo-naranja (carmín) en forma de coma (,) dispuestas de manera espaciada bajo la sutura. El patrón de color de los animales vivos recuerda el de *Gibberula fortis* McCleery, 2009 de Venezuela cuya espira es más saliente y aguzada.

***Gibberula boulmerkae*, especie nueva**
(Láminas 3A, 8, 11, 13 y 15)

Material: Cuatro ejemplares recolectados vivos (2/5/2012) en Anse Babin, Vieux Bourg (localidad tipo, estación GM02: 16°20'45N, 61°35'55W), obtenidos en el cepillado de piedras del infralitoral superior. Holotipo (2'2 mm de largo y 1'4 mm de ancho) depositado en el MNHN París. Ilet Pigeon (estación GR19: 16°02'4N, 61°45'6W) cinco ejemplares recolectados vivos (11/5/2012) en fondos rocosos a -15 m, conservados en alcohol para PCA.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa y pulida, de forma bicónica (Id=1'44-1'57) muy ancha, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto; el extremo posterior más ancho que el anterior y la espira saliente, ancha y poco aguzada, (Av=125°-130°). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y saliente, siendo de manera más acusada en el holotipo. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y ligeramente más estrecha en su mitad posterior; labro simple y recto, con menor espesor en su borde libre anterior, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente y con 5 liras internas en su mitad anterior, de las cuales las 3 posteriores pueden llegar a formar denticulos romos en la cara interna del borde libre. Columela con cuatro pliegues señalados de los cuales el cuarto posterior es muy reducido y puede haber el esbozo de un quinto e incluso un sexto; los pliegues del par anterior son los más desarrollados. La escotadura sifonal es muy corta y está bien señalada en el holotipo. Color blanco translúcido, casi cristalino. En conchas juveniles de 1'2 mm se aprecian 3 pliegues bien formados y 2 esbozos, y a la talla de 1'5 mm 4 y 2 (lámina 2D-juveniles).

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco hueso, con manchas rosadas dispersas y distribuidas de manera uniforme y motas naranjas agrupadas sobre pigmento negro o verde en la región anterior, en la zona media y en la protoconcha. Interior del núcleo blanco níveo uniforme. Sifón blanco níveo con manchas naranjas y negras. En la cabeza, los lóbulos del morro son muy cortos y algo cóncavos, con su extremo distal hialino y el resto del lóbulo blanco níveo; los tentáculos son hialinos, con una mancha naranja en su base sobre fondo gris rojizo o negruzco, el mismo fondo sobre el que se encuentran los ojos que no tienen manchas naranjas asociadas a ellos. Suela del pie de color blanco hielo con más de 10 manchas dorsales blanco níveo a cada lado, dispuestas en dos series, siendo la mayor la situada sobre la cola que puede estar fragmentada o no; entre las manchas blancas hay manchita naranjas aisladas o asociadas a manchas negras irregulares. El borde anterior del pie es recto, con los ángulos redondeados y más estrecho que el resto de la suela. El animal camina a saltos, pivotando sobre el borde anterior del pie y cuando reptar, la cola sobresale por detrás de la concha el 50 % de la longitud de esta y muestra dos pequeños lóbulos ventrales del manto, uno de color negro y otro blanco níveo, sobre la sutura.

Rádula con 173 dientes raquídeos de 23 μm de ancho como máximo, con una cúspide central y tres robustas cúspides a cada lado, algo más pequeñas que la central (lámina 15); el segmento del saco tiene 40 dientes, el dorsal 92 y el ventral 41. Hay una varilla oblicua entre la cinta y cada uno de los cartílagos. Los dientes son algo más altos que anchos, con el más interno orientado de forma diferente al resto; en algunos dientes hay 4 cúspides en uno de los lados, dos grandes y dos pequeñas.

Etimología.- Nombrada en honor de la atleta mediodondista Hassiba Boulmerka (Constantina, Argelia, 1968), distinguida en 1995 con el Premio Príncipe de Asturias de los Deportes, ganadora de la primera medalla de oro de su País en unos juegos olímpicos (Barcelona 92) y luchadora incansable por los derechos de las mujeres.

Discusión.- Aunque su concha bicónica apenas tiene caracteres diferenciales con otras especies descritas en este trabajo, como *G. zambranoae* o *G. delarrochae*, *Gibberula boulmerkae*, especie nueva, presenta en los animales vivos algunos caracteres únicos: camina a saltos, tiene el borde anterior del pie recto y más estrecho que el resto de la suela, el sifón es blanco leche con manchas negras y naranjas y la cabeza es muy distintiva, con los lóbulos del morro muy cortos y poco separados, los tentáculos muy anteriores a los ojos y presenta dos pequeños lóbulos posteriores del manto, bajo la espira, uno blanco y otro negro.

Gibberula grafae, especie nueva
(Láminas 3B, 8, 11, 13 y 15)

Material: Tres ejemplares recolectados vivos (11/5/2012) en Ilet Pigeon (localidad tipo, estación GS13: 16°02'4N, 61°45'06W) a 50 m de profundidad. Holotipo, IM-2009-31048 (2'65 mm de largo y 1'62 mm de ancho) depositado en el MNHN París. Paratipo, IM-209-31049 (2'15 mm de largo y 1'32 mm de ancho) depositado en MNHN. Extraídas muestras de tejido (Holotipo BC3123 y Paratipo BC3124) para estudios moleculares. Destruído un ejemplar para obtener la rádula. Port-Louis, Pointe d'Antiques (estación GB18: 16°26'0N, 61°32'09W) cinco conchas (17/5/2012) a -45 m.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa, pulida y de forma bicónica muy ancha (Id=1'61-1'66), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto (en vista ventral), el extremo posterior más ancho que el anterior y con la espira saliente, ancha y poco aguzada (Av= 140°). Protoconcha formada por una vuelta de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de casi dos vueltas. Abertura más corta que la última vuelta y algo más estrecha en su porción posterior que en la anterior; labro simple y algo más engrosado en su mitad superior, con una leve inflexión en su porción media; se inserta en la espira bien por debajo la sutura de la vuelta precedente y presenta 4-6 liras internas muy tenues en su porción media. Columela con seis pliegues, de los cuales los dos anteriores son los más desarrollados y los tres posteriores los más reducidos, con una reducción gradual del 3° al 6°. La escotadura sifonal es corta y poco señalada. Color blanco translúcido. En conchas de animales recién eclosionados (1 mm) se aprecian cinco pliegues columelares con una menor diferencia en el desarrollo entre los dos primeros pliegues y el resto (lámina 3B-juvenil). En todas las conchas de más de 2 mm de largo el primer pliegue se arquea hacia afuera y se fusiona con el segundo, reforzando la porción anterior de la columela.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco hueso, con puntos de color naranja dispersos por toda su superficie, sobre la que destacan cuatro manchas irregulares de color verde, ribeteadas de negro con motas naranjas que forman un cuadrilátero, además de una hilera sinuosa de manchitas naranjas alineadas perfilando la región del sifón, que es de color blanco níveo, con o sin sus paredes laterales hialinas. Bajo el núcleo de la espira hay un lóbulo del manto de color blanco con una mancha naranja.

En el interior de la protoconcha hay manchas naranjas orladas de negro, o sólo naranjas y el interior del núcleo es blanco con una mancha naranja. La cabeza tiene los dos lóbulos del morro cortos, de color blanco hielo en el extremo distal y por detrás de los ojos y blanco níveo en su porción anterior; hay una mancha naranja en la punta, otra en la base de los tentáculos, que son hialinos, y otra en el borde interno de cada ojo.

Suela del pie de color blanco hielo con 10 o más manchas irregulares blanco níveo, más o menos fragmentadas, en cada lateral, entre las cuales hay motas naranjas, que son más abundantes sobre la cola, entre las dos grandes manchas blancas posteriores. La cola, bien estirada, es algo aguzada y sobresale por detrás de la concha hasta el 40 % de la longitud de ésta cuando el animal se desplaza, aunque por lo general su movimiento es lento y no sobrepasa el 20 %. El borde anterior del pie es casi recto, con los laterales redondeados y más estrecho que el resto de la suela cuya anchura es la de la concha.

Rádula con más de 180 dientes raquídeos de unas 20 µm de ancho, con una gran cúspide central y cúspides laterales, una pequeña anexa a la central y otras tres de altura decreciente hacia el borde del arco (lámina 15).

Etimología.- Nombrada en honor de la tenista Steffi Graf (Mannheim, Alemania, 1969), distinguida en 1999 con el Premio Príncipe de Asturias de los Deportes, ganadora de 22 torneos del Grand Slam, entre ellos siete en Wimbledon y seis en Roland Garros.

Discusión.- La forma de la concha con una teleoconcha de dos vueltas, los seis pliegues columelares y la coloración del animal de *Gibberula grafae*, especie nueva, vistos en conjunto, son caracteres distintivos en relación al resto de congéneres caribeños y de La Guadalupe en particular. Ninguna de las especies ilustradas por McCleery (2008 y 2009) tiene un diseño cromático parecido.

***Gibberula hendricksae*, especie nueva**
(Láminas 3C, 9, 11, 13 y 16)

Material: Siete ejemplares recolectados vivos (12/5/2012) y ocho conchas en Le Moule (localidad tipo, estación GM14: 16°19'9N, 61°19'04W) en praderas de fanerógamas marinas (*Thalassia*, *Syringodium* y *Halodule*) y cepillados de piedras en fondos rocosos hasta un metro de profundidad. Holotipo (2'6 mm de largo y 1'8 mm de ancho) depositado en el MNHN París. Destruído un ejemplar con las mismas dimensiones que el tipo para obtener la rádula; almacenados cinco ejemplares en alcohol para PCA.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa, pulida y de forma bicónica muy ancha (Id=1'41-1'48), con el lado izquierdo más convexo que el derecho que es más recto (en vista ventral), el extremo posterior más ancho que el anterior y con la espira saliente, ancha y poco aguzada (Av= 140°). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y algo más estrecha en su porción posterior que en la anterior; labro simple y algo más engrosado en su mitad superior, con una leve inflexión en su porción media; se inserta en la espira bien por debajo la sutura de la vuelta precedente y presenta unas 4-5 liras internas poco señaladas. Columela con cinco pliegues, de los cuales el segundo anterior es el más desarrollado y el cuarto y el quinto posteriores los más reducidos, siendo el quinto vestigial. La escotadura sifonal es corta y poco señalada. Color blanco hialino translúcido. En las conchas de animales recién eclosionados (1 mm) los dos pliegues columelares anteriores están bien señalados y sólo hay dos posteriores vestigiales (lámina 3C, juvenildcha.), en conchas de 2 mm con el labro filoso los dos primeros pliegues son mucho más señalados que el tercero y hay 2-3 pliegues posteriores vestigiales, desapareciendo el sexto pliegue posterior en conchas mayores de 2 mm con el labro engrosado.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco hueso, con motas de color naranja, espaciadas regularmente en toda su superficie y 3-5 manchas más destacadas formadas por motas naranjas unidas por pigmento negro. En el interior de la protoconcha alternan las manchas naranjas y negras y el interior del núcleo es blanco rosado. Sifón blanco níveo uniforme o con manchitas naranjas. La cabeza tiene los dos lóbulos del morro cortos, de color blanco hielo en el extremo distal y por detrás de los ojos y blanco níveo en su porción anterior; hay una mancha naranja en la base de los tentáculos, que son hialinos, y otras dos en posición lateral y posterior a cada ojo.

Suela del pie de color blanco hielo con 5-7 manchas irregulares blanco níveo en cada lateral, entre las cuales hay alguna mota naranja, 1-2 en los espacios laterales y 2-5 sobre la cola, que es redondeada y que apenas sobresale por detrás de la concha un 20 % de la longitud de ésta, cuando el animal se desplaza. El borde anterior del pie es recto, con los laterales redondeados y más estrecho que el resto de la suela cuya anchura es la de la concha. Los animales suelen plegar, ligeramente, la mitad anterior de los bordes laterales del pie sobre la concha.

Rádula con 182 dientes raquídeos de unas 20 µm de ancho como máximo, con una cúspide central robusta y 4-5 cúspides a cada lado de las cuales la segunda es la de mayor tamaño (lámina 16); el saco contiene 12 dientes de tamaño decreciente y el segmento ventral 35. Hay dos varillas oblicuas de sostén del cartílago de la bolsa radular. Los dientes son algo más altos que anchos.

Etimología.- Nombrada en honor de la cantante de ópera Barbara Hendricks (Arkansas, Estados Unidos, 1948 - Suecia), distinguida en el año 2000 con el Premio Príncipe de Asturias de las Artes, embajadora honoraria y vitalicia de ACNUR, asociación con la que colaboró durante 15 años en apoyo a los refugiados; fue distinguida por François Mitterrand en 1992 con la *Legión de Honor* de la República Francesa.

Discusión.- Por su tamaño, la coloración del animal y la forma bicónica de la concha, *Gibberula hendricksae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. zambranoae*, descrita anteriormente (Id=1'7), de la que se diferencia por ser mucho más ancha (Id=1'44), por presentar menor número de liras, por la inserción del labro bien por debajo de la sutura, y por la coloración de los animales vivos, entre otros caracteres. *G. mandyi* Espinosa & Ortea, 2005 de la península de Guanahacabibes, Cuba es de concha algo más ancha (Id=1'51) pero tiene una coloración del manto y del dorso del pie muy diferentes al igual que otras especies relacionadas como *G. marioi* Espinosa & Ortea, 2000 de Costa Rica y *G. laritzae* Espinosa & Ortea, 2014 de Baracoa, Cuba.

***Gibberula lessingae*, especie nueva**
(Láminas 3D, 9, 11, 13 y 16)

Material: Doce ejemplares recolectados vivos (4/5/2012) seis de 2 mm largo o más y otros seis de 1'5 mm o menos, en Grand Cul de Sac Marin (localidad tipo, estación GR04: 16°21'97N, 61°38'09W) en fondos coralinos a 23 m de profundidad. Holotipo (2'52 mm de largo x 1'64 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; destruido un ejemplar de 2'3 mm para obtener la rádula; GCSM, pendiente externa (estación GB02:16°22'N, 61°38'W), dos ejemplares vivos y siete conchas colectados (4/5/2012) en fondos coralinos a -11 m.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa y pulida, aspecto cristalino y forma suboval muy ancha (Id=1'48-1'59), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto, el extremo posterior más ancho que el anterior y la espira saliente, ancha y poco aguzada (Av= 120°-130°). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura igual o algo más corta que la última vuelta, de anchura uniforme o ligeramente más estrecha en su porción posterior; labro simple y más engrosado en su mitad superior, con una leve inflexión en su porción media; se inserta en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente y con un máximo de 8 liras internas, de las cuales sólo las 2-3 centrales pueden formar dentículos romos sobre su borde libre. Columela con 5-7 pliegues, de los cuales el segundo anterior es el más desarrollado y los dos posteriores los más reducidos, casi vestigiales y pueden faltar; en los ejemplares menores de 1'5 mm son más aparentes los 7 pliegues que en los mayores. La escotadura sifonal es corta y poco señalada. Color blanco hialino algo translúcido.

El cuerpo del animal presenta manchas negras formadas por agregados (estrellas) de puntos negros distintivos; el manto, en el interior de la concha es de color blanco hueso, con puntos, manchas y líneas naranjas dispersas por toda su superficie, incluido el interior de la protoconcha; destacan unas grandes manchas naranjas irregulares con motas negras intercaladas, además de verdes, cuyo número y densidad varía mucho en los distintos ejemplares; en la región medio dorsal anterior puede haber manchas rojas y en la inme-

diata al sifón una nube de puntos negros Interior del núcleo blanco níveo. Sifón blanco níveo, uniforme. La cabeza tiene los dos lóbulos del morro de color blanco níveo entre los dos ojos y blanco hielo por el exterior, en todo su contorno, con tentáculos hialinos muy delgados en cuya base hay una mota naranja; otra mota naranja se dispone posterior a cada ojo.

Suela del pie más estrecha que la concha y de color blanco hielo con manchas dorsales blanco níveo, una anterior alargada, siguiendo el contorno del borde anterior, 6-7 a cada lado, una lateral anterior ancha que no se fusiona con la del borde, 4-5 laterales estrechas y una posterior, sobre la cola, alargada y mayor que las demás que puede tener 1-2 manchas naranjas; entre las manchas blancas hay motas naranjas. Cuando se desplaza, la cola sobresale por detrás de la concha un 20 % de su longitud y el borde anterior tiene los laterales redondeados y el centro algo cóncavo.

Rádula con unos 210 dientes raquídeos de 25 μm de ancho en un ejemplar menor que el tipo (2'3 mm), con una cúspide central y 4-5 cúspides a cada lado más pequeñas que la central (lámina 16) y con dos alturas, que alternan entre ellas. Los dientes son los segundos más anchos de todas las especies estudiadas en La Guadalupe.

Etimología.- Nombrada en honor de la escritora inglesa Doris Lessing (Kermanshah, Irán 1919-Londres, 2013), distinguida en el año 2001 con el Premio Príncipe de Asturias de las Letras; autora de obras como la serie *Hijos de la violencia* o el *Cuaderno dorado*, considerada la Biblia del feminismo, recibió en 2007 el premio Nobel de Literatura.

Discusión.- Por la escasa proyección de la cola por detrás de la concha (20 % de su longitud) la forma de ésta, y la coloración del animal, *Gibberula lessingae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. martingaiteae*, descrita anteriormente, de la que se separa por la coloración más compleja de los animales vivos, mayor número de pliegues columelares, menor número de liras y por la disposición de las manchas blanco níveo en la suela del pie, entre otros caracteres. Como ocurre con *G. martingaiteae*, la ausencia de tubérculos internos en el borde del labro y su menor tamaño, son las diferencias más aparentes con *G. arubagrandidis*, con la que ambos taxones de La Guadalupe parecen estar relacionados.

***Gibberula goodallae*, especie nueva**
(Láminas 4A, 9, 11, 13 y 16)

Material: Cinco ejemplares recolectados vivos (15/5/2012) en Plage de la Chapelle (Anse-Bertrand) (localidad tipo, estación GM17 (16°28'32N, 61°30'68W) en fondos rocosos de la zona de mareas hasta 1 m de profundidad. Holotipo (1'92 mm de largo y 1'21 mm de ancho) depositado en el MNHN París. Extraída la rádula de tipo sin dañar la concha. Reservados todos los ejemplares para estudios moleculares.

Descripción.- Concha diminuta, de superficie lisa y pulida, de forma bicónica (Id=1'56-1'60) muy ancha, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto o algo cóncavo por una leve inflexión del labro; el extremo posterior es más ancho que el anterior y la espira algo saliente y ancha (Av=140°-145°). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta

y ligeramente más estrecha en su mitad posterior; labro simple y casi recto, con el mismo espesor en todo su borde libre, insertado en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente y con 6-7 liras internas poco marcadas en su porción central, que no desarrollan denticulos romos en la cara interna del borde libre. Columela con cuatro pliegues muy oblicuos y paralelos entre sí de los cuales los dos anteriores son los más desarrollados, sobre todo el segundo; el cuarto posterior es el más reducido y por encima de él puede haber el esbozo de un quinto pliegue. La escotadura sifonal es corta y bien señalada. Color blanco hialino algo translúcido.

El cuerpo del animal dentro de la concha es de color blanco rosado, con puntos y manchas rosadas y carmín más o menos dispersas por la superficie; en la zona central hay una mancha irregular tricolor, negra, naranja y verde, en la que el negro forma motas alineada por fuera y el verde colorea el centro, situándose el naranja entre los dos colores; a la derecha de esta mancha existe otra similar y entre ambas otra de color rojo vivo, entera o fragmentada y bien distintiva en relación a otros congéneres. Núcleo del ápice blanco. Sifón blanco nívoo. Cabeza con los lóbulos del morro cortos y con su extremo distal hialino, color que mancha el borde de la cabeza por fuera de los ojos que por dentro son de color blanco nívoo; los tentáculos son hialinos, sin manchas naranjas como las 3 que aparecen en los laterales de la cabeza, anterior superior y posterior a cada ojo.

Suela del pie de color blanco hielo con 5 grandes manchas dorsales blanco nívoo a cada lado, una lateral anterior oblicua y ovalada, tres o más laterales redondeadas, enteras o fragmentadas y una posterior alargada sobre la cola, fragmentada o no y mayor que las demás; entre las manchas blancas de la cola hay alguna manchita naranja. El borde anterior del pie es casi recto y el animal pliega sus ángulos sobre la concha cuando se desplaza, momento en el que la cola sobresale por detrás de la concha un 30 % de su longitud; hay un pequeño lóbulo ventral del manto de color blanco, bajo el núcleo. Las manchas blanco nívoo de la suela pueden llegar a fusionarse en el centro de ella, formando una gran mancha lobulada, en vista ventral.

La rádula del holotipo, obtenida sin dañar la concha, presentó 258 dientes de unas 18 μm de ancho (lámina 16), con una cúspide central grande y cuatro cúspides laterales de las cuales la segunda suele ser mayor que el resto. Hasta 40 dientes se contabilizaron en el saco y sólo 28 en el segmento ventral.

Etimología.- Nombrada en honor de la primatóloga Jane Goodall (Londres, 1934), distinguida en 2001 con el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica; activista de la conservación de la Naturaleza, aplicó métodos innovadores en el estudio de los primates, para lo que fundó en 1977 el Instituto que lleva su nombre. En 2006 recibió la medalla del 60 aniversario de la UNESCO y el título de *Dama de la Legión de Honor* de la República Francesa.

Discusión.- Por la mancha lobulada de color blanco nívoo de la suela del pie, *G. goodallae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. martingaitae*, descrita en este trabajo, de la que se diferencia por proyectar más la cola por detrás de la espira, por las manchas rojo vivo del manto en el interior de la concha y por tener en el labro liras menos señaladas y en menor número; el plegado de los laterales del borde anterior del pie sobre la concha es otro carácter diferencial que a su vez la relaciona con *G. arubagrandis* de mayor tamaño

y con tubérculos en todo el borde interno del labro. Las manchas de color rojo en el manto son raras en las especies caribeñas de *Gibberula*, siendo distintivas de *G. vitium* McCleery, 2009 de isla Conejo y Los Testigos, Venezuela, que tiene el labro muy diferente y la columela con tres pliegues bien señalados y el esbozo de otros tres.

***Gibberula pignoniae*, especie nueva**
(Láminas 4B, 9, 11, 13 y 16)

Material: Dos ejemplares recolectados vivos (4/5/2012) en Gran Cul de Sac Marin, Gros mouton de caret (localidad tipo, estación GR05: 16°20'66N, 61°37'88W) en fondos coralinos a 5 m de profundidad; (Holotipo 1'8 mm de largo y 1'2 mm de ancho) depositado en el MNHN; destruido el segundo ejemplar de la localidad tipo para obtener la rádula. GCSM, Gros Mouton (estación GS05: 16°21'72N, 61°36'35W) 5 ejemplares colectados vivos (5/5/2012), en fondos coralinos a -22 m. GCSM, pendiente externa (estación GR09: 16°21'75N, 61°36'07W) más de 10 ejemplares (6/5/2012) en fondo rocoso de cuevas a -15 m, conservados en alcohol; Basse-Terre, Pointe à Lezart (estación GS07: 16°08'4N, 61°46'9W), abundante (7/5/2012) en fondos coralinos a 12 m, conservados 6 ejemplares en alcohol y 5 para PCA; Tete à l'Anglais (estación GS08: 16°22'9N, 61°45'94W) 14 ejemplares colectados (8/5/2012) en fondos rocosos a -23 m. Ilet Pigeon (estación GR19: 16°02'4N, 61°45'6W) nueve ejemplares recolectados vivos (11/5/2012) en fondos rocosos a -15 m, conservados en alcohol para PCA, IM-2009-31041 y 9 conchas con el animal seco.

Descripción.- Concha diminuta, de superficie lisa y pulida, de forma suboval (Id=1'48-1'53) muy ancha, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto; el extremo posterior es más ancho que el anterior y la espira aplanada, ancha y poco saliente (Av=145°-150°). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y discoide, no prominente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura tan larga como la última vuelta y algo más estrecha en su mitad posterior que en la anterior; labro simple y recto, más delgado en sus extremos anterior y posterior, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente y con 5-6 liras internas en su mitad anterior que no desarrollan denticulos en la cara interna del borde; en dos de los ejemplares había 11 liras por todo el borde. Columela con cuatro pliegues bien señalados y un esbozo de quinto pliegue posterior; los dos anteriores son los más desarrollados, sobre todo el segundo. Escotadura sifonal corta. Concha cristalina en fresco y blanco translúcido, en las conchas secas.

El cuerpo del animal en el interior de la teleoconcha es de color blanco hueso, con puntos y manchitas amarillas y naranjas salpicadas por la superficie; en la mitad anterior izquierda hay una mancha irregular verde olivo orlada de negro con motas naranjas que puede aparecer también en el centro de la mancha; otra mancha similar recorre el manto de manera transversal en su porción media posterior, coloreando el mismo tipo de mancha el interior de la protoconcha y del núcleo. Sifón blanco hielo con manchas blanco leche y naranja. Cabeza con los lóbulos del morro cortos, algo cóncavos y de color blanco hielo (hialinos) con manchitas blanco leche y naranja, estas últimas cercanas a los ojos; los tentáculos son hialinos y afilados hacia su ápice.

Suela del pie de color blanco hielo con 5-6 manchas dorsales blanco nívico en cada lateral, formadas por agregados de motas de dicho color, entre las cuales hay abundantes manchas naranjas y negras, estas últimas más pequeñas. El borde anterior del pie es redondeado, incluidos sus ángulos y presenta motas blancas y naranjas en todo su contorno.

Cuando repta, la cola sobresale por detrás de la concha un 30 % de su longitud; hay dos pequeños lóbulos ventrales del manto de color blanco y uno negro entre ellos, bajo el núcleo de la concha. Los ejemplares jóvenes (1'5 mm de largo) tienen el mismo patrón de coloración, pero con menor desarrollo y número de manchas. En los animales conservados en alcohol las manchas negras del pie se mantienen y llegan a formar bandas, como una "cebra", cuando son muy abundantes.

La rádula del ejemplar de la localidad tipo presentó 223 dientes raquídeos, 11 de ellos en el saco, 160 en el segmento dorsal y 50 en el ventral; dichos dientes (lámina 16) midieron 16-18 µm de ancho (15 al principio del saco), con una cúspide central grande y 4 laterales cuyas proporciones varían en distintos dientes: todas iguales, las dos centrales más pequeñas, o las 3 laterales externas más pequeñas; en algunos dientes de la misma cinta hay solo tres grandes cúspides laterales. La rádula de un animal de fondos de cuevas (estación GR9 a -17 m) del mismo tamaño de concha, era idéntica, 222 dientes de 16-18 µm, con cuatro cúspides laterales y 9 dientes en el saco.

Etimología.- Nombrada en honor de Nélida Piñón (Vila Isabel, Río de Janeiro, Brasil, 1937) laureada con el Premio Príncipe de Asturias de las Letras 2005; firme defensora de los derechos humanos y autora de obras como *La Republica de los sueños* (1984), *El Pan de cada día* (1996) o *Voces del desierto* (2004), escritas con una incitante narrativa artística, sustentada en la realidad, la memoria, la fantasía y los sueños,

Discusión.- Por la forma de la concha y sus proporciones, *Gibberula pignoniae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. belizensis* McCleery, 2009 de Belice, *G. oriens* McCleery, 2009 de Venezuela y *G. occidentalis* McCleery, 2009 de Honduras, pero todas tienen una coloración del animal diferente y denticulos en el labro que son ms acusados en las dos primeras, (véase McCLEERY, 2009, figuras 34-43 y 46-49).

***Gibberula veilae*, especie nueva.**
(Láminas 4C, 9, 11, 13 y 17)

Material: Siete ejemplares recolectados vivos y una concha vacía (7/5/2012) en Basse-Terre, Pointe à Lezart (localidad tipo, estación GS07: 16°08'4N, 61°46'9W), en fondos coralinos a 12 m de profundidad (Holotipo: 3'1 mm de largo y 2'1 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; destruido un ejemplar similar al tipo para obtener la rádula; conservados 5 ejemplares en alcohol. Tete à l'Anglais (estación GS08: 16°22'9N, 61°45'94W) 14 ejemplares colectados vivos (8/5/2012) en fondos rocosos a -23 m, Tete à l'Anglais (estación GB06: 16°22'9N, 61°45'94W) una concha rodada (8/5/2012) a -23 m. Basse-Terre, Pointe de Melendure (estación GB10: 16°06'0N, 61°47'5W) 12 ejemplares colectados vivos (11/5/2012) en fondos rocosos a -8 m, conservados en alcohol. Illet Pigeon (estación GR19: 16°02'4N, 61°45'6W) seis ejemplares recolectados vivos (11/5/2012) en fondos rocosos a -15 m, conservados en alcohol para PCA, IM-2009-31042 y 9 conchas con el animal seco. GCSM, Port Louis, Les 3 Arches (estación GS17: 16°23'3N, 61°31'9W) seis ejemplares vivos y una concha recolectados (14/5/2012), en fondos rocosos a 3 m de profundidad. Paratipo (3'72 mm de largo x 2'21 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; destruido un ejemplar de 3'5 mm para obtener la rádula. Basse-Terre, Sec Paté (estación GB24: 15°54'N, 61°39'3W) seis animales vivos en alcohol y tres conchas, una con el animal seco (21/5/2012) a 25 m de profundidad.

Descripción.- Concha mediana, de superficie lisa y pulida, muy ancha (Id=1'44-1'68) y forma suboval, con ambos lados convexos, siendo algo más el izquierdo; el extremo posterior es más ancho que el anterior y la espira aplanada, ancha y muy poco saliente (Av=140°-150°). Protoconcha formada por una vuelta de núcleo pequeño y poco prominente. Teleoconcha de una vuelta o algo más, recubriendo o no una parte de la protoconcha, con la abertura igual o algo más corta que la última vuelta y de anchura uniforme o ligeramente más estrecha en su porción posterior; labro simple y del mismo grosor en toda su extensión, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente y con 21-22 liras internas que desarrollan denticulos romos en la cara interna del borde y que sólo faltan en su porción más posteriores. Columela con cuatro pliegues bien señalados y el esbozo de uno o dos pliegues posteriores (quinto y sexto); el segundo anterior es el más desarrollado y el primero es igual o más delgado que el tercero. Las conchas son bulloides hasta los 2'5 mm de largo, forma que está presente incluso en juveniles recién eclosionados de apenas 1 mm (lámina 4C, juvenil-drcha.); las liras en el labro son una constante en todas las conchas y en cualquier tamaño, pero sólo se desarrollan denticulos romos a partir de los 2'5 mm de largo. Las conchas de más de 3 mm tienen un señalado callo columelar con una depresión anterior (falso ombligo) a la altura del par anterior de pliegues, que se acentúa cuanto mayor es la talla, carácter que no hemos observado en otros congéneres caribeños. Escotadura sifonal muy corta y poco señalada. Concha cristalina en fresco y blanco hialina o algo amarillenta, translúcida, en las conchas secas.

El cuerpo del animal en el interior de la teleoconcha tiene la mitad de la superficie de color blanco rosado, con manchitas y líneas naranjas aisladas o no; el resto del manto lo colorea una gran mancha irregular verde olivo salpicada de motas naranjas en el centro y bordeada de negro con naranja; el mismo diseño de manchas colorea el interior de la protoconcha cuyo núcleo es blanco. Sifón blanco hielo con manchas blanco níveo y punteado de negro-naranja en los bordes de la abertura. Cabeza con los lóbulos del morro redondeados, convexos, de color blanco hielo con manchitas amarillentas y naranjas, estas últimas cercanas a los ojos, además de algún punto negro; los tentáculos son hialinos y dilatados desde la base al ápice.

Suela del pie de color blanco hielo con manchas dorsales irregulares blanco amarillentas (amarillo azufre), formadas por agregados de motas de dicho color, entre las cuales hay abundantes manchas naranjas y algunas negras, que pueden llenar el espacio entre las dos grandes manchas blancas, especialmente en la cola. El borde anterior del pie es convexo, arqueado y tan ancho como la concha, plegando el animal sus bordes laterales sobre ella cuyo frente cubre por completo, dejando libre la cabeza y el sifón. Cuando reptar, la cola sobresale por detrás de la concha hasta un 50 % de su longitud y tiene su borde posterior casi recto; hay un pequeño lóbulo ventral del manto, de color blanco y naranja, que surge por el borde posterior de la abertura, bajo el núcleo. El patrón general de color se hace más complejo a mayor talla.

En un ejemplar de *Les 3 Arches* de 3'3 mm la rádula presentó 220 dientes raquídeos de unas 30 µm de ancho con una cúspide central y 5 cúspides laterales de las cuales la segunda anterior es la mayor (lámina 17, superior izquierda). El segmento ventral de la rádula es largo (unos 80 dientes) y en el interior del saco se contaron 12 dientes, el más externo de 20 µm de ancho y el más interno de apenas 8 µm. En otro ejemplar de 2'5 mm de la estación GB24 contamos más de 200 dientes raquídeos de 25 µm de ancho (lámina

17, superior derecha), con una cúspide central grande y 4 laterales dispuestas alternativamente en dos niveles. Los dientes son los más anchos de todas las especies estudiadas en Guadalupe.

Etimología.- Nombrada en honor de la política francesa Simone Veil (Niza, 1927), distinguida en 2005 con el Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional, por encarnar los ideales y realizaciones de una Europa unida. Presidenta del Parlamento Europeo entre 1979 y 1982, entre sus distinciones figuran la de Grandes Oficiales de la *Legión de Honor* (Francia) y el Premio Carlomagno (Alemania, 1981).

Discusión.- Por la forma de la concha, su tamaño y proporciones, la estructura del labro y de los pliegues columelares, *Gibberula veillae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. conejoensis* McCleery, 2009 de Venezuela, de menor tamaño, menor número de liras y una coloración del animal diferente (véase McCLEERY, 2009, figuras 21-25). El falso ombligo que presenta separa esta especie del resto de congéneres caribeños; las 30 µm de anchura de los dientes es otro buen carácter diferencial.

***Gibberula robinsonae* especie nueva**
(Láminas 4D, 9, 11, 13 y 17)

Material: Doce ejemplares recolectados vivos y una concha vacía (7/5/2012) en Basse-Terre, Pointe à Lezart (localidad tipo, estación GS07: 16°08'4N, 61°46'9W), en fondos coralinos a 12 m de profundidad (Holotipo: 2'5 mm de largo y 1'25 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; destruido un ejemplar similar al tipo para obtener la rádula; conservados 10 ejemplares en alcohol para PCA. Tete à l'Anglais (estación GS08: 16°22'9N, 61°45'94W) 4 conchas colectadas (8/5/2012) en fondos rocosos a -23 m.

Descripción.- Concha pequeña, de superficie lisa y pulida, relativamente estrecha (Id=1'98-2'03) y forma bicónica-suboval, con el lado izquierdo algo convexo, y el izquierdo casi recto, siendo ambos lados casi paralelos en su porción media; el extremo posterior es más ancho que el anterior y la espira ancha y saliente (Av=130°). Protoconcha formada por una vuelta de núcleo prominente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y más estrecha en su porción posterior que en la anterior; labro simple y algo inflexo, insertado en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente y con 14-15 liras internas, de las cuales las más centrales y en las conchas más grandes, desarrollan dentículos romos en la cara interna del borde. Columela con cuatro pliegues bien señalados y el esbozo de otro posterior y a veces dos (5° y 6°); el segundo anterior es el más desarrollado y se fusiona con el primero reforzando el borde columelar en la escotadura sifonal; el espacio columelar entre el segundo y el tercer pliegue es más ancho que entre los restantes pares de pliegues. Las conchas mantienen sus proporciones y el nº de pliegues en las distintas tallas, incluso en juveniles de apenas 1'5 mm (lámina D, juvenil). Escotadura sifonal corta y poco señalada. Concha cristalina en fresco y blanco hialina, translúcida, en las conchas secas.

El color del cuerpo del animal en el interior de la teleoconcha tiene un diseño muy similar al de *G. veillae*, de la que se distingue a golpe de ojo por presentar manchas negras reticulares, inmediatas a la sutura, con sus luces naranjas; el color de fondo es blanco hueso,

con manchitas y líneas naranjas y castañas; en el centro del cuerpo hay una gran superficie irregular de color verde olivo con motas naranjas orladas o no de negro en el centro y bien rodeadas de negro en los bordes; el mismo diseño de mancha colorea el interior de la protoconcha, cuyo núcleo es blanco y donde aparecen áreas semicirculares blancas espaciadas en la sutura. Sifón blanco níveo. Cabeza con los lóbulos del morro divergentes, de color blanco hielo, con manchas blanco níveo y naranja entremezcladas, estas últimas más externas que las otras; los tentáculos son hialinos y cilíndricos, algo dilatados en la punta.

Suela del pie de color blanco hielo con motas blanco amarillentas dorsales que pueden agruparse en manchas, al menos sobre la cola; mezcladas con las motas blancas hay abundantes motas naranjas y negras, que pueden llenar el espacio entre las dos manchas blancas de la cola; las manchas negras se conservan en los ejemplares fijado. El borde anterior del pie es casi recto y más estrecho que la concha. Cuando repta, la cola sobresale por detrás de la concha un 15-20 % de la longitud de ella y tiene su borde posterior redondeado; hay un pequeño lóbulo del manto, de color negro y naranja, que sobresale por el borde posterior de la abertura.

En el holotipo, del que se extrajo el animal sin dañar la concha, la rádula presentó 206 dientes raquídeos de unas 20 μm de ancho con una cúspide central y 3-4 cúspides laterales de las cuales la segunda anterior es la más desarrollada (lámina 17). El segmento ventral de la rádula presentó unos 80 dientes y en el interior del saco se contaron 7 dientes.

Etimología.- Nombrada en honor de Mary Robinson (Ballina, Irlanda, 1927), distinguida en 2006 con el Premio Príncipe de Asturias de Ciencias Sociales, fue la primera mujer en alcanzar la Presidencia de la República de Irlanda (1990-1997) ocupando luego el puesto de Alta Comisionada de la ONU para los Derechos Humanos (1997-2002). Es doctora *Honoris Causa* por 31 universidades en todo el mundo.

Discusión. Por su diseño cromático, la estructura del labro y los pliegues columelares, *Gibberula robinsonae* especie nueva, puede ser comparada con *G. veilae*, descrita anteriormente, la cual es de mayor tamaño, bicónica y más ancha, con un falso ombligo, pliega los laterales del pie sobre la concha y tiene mayor número de liras y unos dientes radulares más anchos; ambas especies parecen estar relacionadas con *G. conejoensis* McCleery, 2009 de Venezuela, cuyo labro es muy distinto y la coloración del animal diferente (véase McCLEERY, 2009, figuras 21-25).

***Gibberula atwoodae*, especie nueva.**
(Láminas 5A, 9, 12, 14 y 17)

Material: Doce ejemplares vivos y dos conchas, recolectados (10/5/2015) en Rocroy sur (estación GB08: 16°02'4N, 61°45'7W) a 17 m de profundidad. Seis ejemplares secos, recolectados vivos (21/5/2012), en Sec Paté, (localidad tipo, estación GB24: 15°52'N, 61°39'5W) a 25 m de profundidad. Holotipo (2'65 mm de largo y 1'75 mm de ancho) depositado en el MNHN, París. Destruído un ejemplar similar al tipo para obtener la rádula.

Descripción. Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa y pulida, cristalina y de forma ovalada muy ancha (Id=1'49-1'56), con el lado izquierdo algo más convexo que el dere-

cho, el extremo posterior más ancho que el anterior y la espira muy baja y obtusa ($Av=160^{\circ}$ - 170°). Protoconcha de una vuelta, recubierta parcialmente por la callosidad de la inserción del labro, que puede llegar a tapar el núcleo. Teleoconcha de algo más de una vuelta. Abertura tan larga como la última vuelta y con la misma anchura en toda su longitud o algo más estrecha en la mitad posterior. Labro simple y de espesor uniforme, con 6-10 liras internas en su borde libre que no forman dentículos; el labro se inserta en la espira cubriendo ampliamente a la sutura de la vuelta precedente con un callo postlabral arqueado, que puede sobrepasar a la espira. Columela con 3 pliegues bien señalados, un 4º pliegue reducido y el esbozo de un 5º posterior en dos de los ejemplares; el segundo pliegue es el más desarrollado y el primero es un cordón que refuerza el borde columelar. La escotadura sifonal es muy corta. Color cristalino a blanco, algo translúcido.

El cuerpo del animal dentro de la teleoconcha es de color crema jaspeado de pardo castaño, con dos grandes manchas verde olivo con motas naranjas orladas de negro; estas manchas son de contorno irregular y se disponen una en cada lateral, predominando el color crema jaspeado de pardo en la zona media del cuerpo, sobre todo en los menores de 2 mm. El interior de la protoconcha es similar al de las manchas verde-naranja del cuerpo, con arcos negros de luz blanca cerca de la sutura. El interior del núcleo es verde. En la porción posterior del cuerpo, cerca de la sutura, hay manchas blancas irregulares cuyo número y forma varía de unos ejemplares a otros.

La cabeza tiene los lóbulos del morro de color blanco hielo, con manchas naranjas en el exterior y en la región ocular, y una mancha alargada blanco níveo en la zona media anterior; los tentáculos son hialinos, largos y delgados y el sifón blanco níveo.

Suela del pie tan ancha como la concha, con el borde anterior y sus extremos redondeados; de color blanco hielo con 7-8 manchas dorsales irregulares blanco níveo en cada lateral, entre las que hay manchas naranjas y negras; estas últimas se conservan en los animales fijados y en algunos ejemplares tiñen de negro el borde de la suela; también puede haber alguna manchita roja. Las manchas blancas del borde anterior del pie y las de la cola son las más grandes, suelen tener una tonalidad amarillo azufre y están formadas por agregados de motas blancas. Cuando se desplaza, la cola sobresale por detrás de la concha hasta un 55 % de su longitud. Hay un lóbulo del manto, de color negro, que sobresale por el borde posterior de la abertura.

La rádula presento 222 dientes de unas 25 μ m de ancho (30 en el segmento ventral, 154 en el dorsal y 38 en el saco, 5 de ellos en formación). Los dientes (lámina 17) tienen dos gruesas cúspides a cada lado de la central. Hay dos varillas asociadas a los cartílagos radulares.

Etimología. Nombrada en honor de Margaret Atwood (Ottawa, Canadá, 1939), distinguida en 2008 con el Premio Príncipe de Asturias de las Letras, prolífica poetisa, novelista, crítica literaria y activista política, con un destacado papel en organizaciones como Amnistía Internacional o BirdLife Internacional, de la que es Presidenta Honoraria. *El cuento de la criada* (1985) “The handmaid’s Tale” es su obra más laureada.

Discusión. La forma de la concha, cuya callosidad postlabral llega hasta el ápice de la espira, relaciona *Gibberula atwoodae*, especie nueva, con *G. huillerae*, otro congénere de La Guadalupe descrito en este trabajo, cuyo labro sobrepasa a la espira, pero que presenta

seis pliegues columelares y el doble número de liras que *G. atwoodae*, especie nueva, además de una coloración de los animales vivos muy diferente.

***Gibberula betancourtae* especie nueva**
(Láminas 5B, 9, 12 y 14)

Material: Dos ejemplares recolectados vivos (4/5/2012) en Gran Cul de Sac Marin (localidad tipo: estación GD39: 16°17'34N, 61°33'32W) a -1 m. (Holotipo: 1'9 mm de largo y 1'3 mm de ancho), depositado en el MNHN, París. El animal seco del segundo ejemplar mantiene el patrón de coloración en vivo y se conserva como tal, no se ha utilizado para estudiar la rádula.

Descripción.- Concha diminuta, de superficie lisa y pulida, de forma suboval ($Id=1'46$) muy ancha, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto; el extremo posterior más ancho que el anterior y la espira aplanada, ancha y muy poco saliente ($Av=150^\circ$). Protoconcha formada por una vuelta de núcleo discoide y poco prominente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura tan larga como la última vuelta y más estrecha en su mitad posterior que en la anterior; labro simple y recto, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente y sin liras internas. Columela con tres pliegues bien señalados y el esbozo de un cuarto pliegue posterior, siendo dos anteriores los más desarrollados. Escotadura sifonal muy corta. Concha blanco hialina, translúcida, en las conchas secas.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color verde olivo, más o menos oscuro, con un tenue reticulado castaño, manchas negras y motas (lunares) de color naranja distribuidas de manera regular por toda la superficie del manto; el interior de la protoconcha y del núcleo tiene el mismo color que el resto. Sifón blanco níveo. Hay un lóbulo anterior del manto de color negro que recubre a la escotadura sifonal y otro posterior, también negro, bajo el núcleo de la concha. Cabeza con los lóbulos del morro cortos, algo cóncavos, manchados parcialmente de negro sobre un fondo hialino en la periferia y blanco leche en el centro, entre los dos ojos; los tentáculos son hialinos y delgados, con una mancha naranja en la base.

Suela del pie de color blanco hielo con 4 grandes manchas dorsales blanco leche en cada lateral, entre las cuales hay algunas manchas naranjas y negras. Borde anterior del pie convexo, con los ángulos redondeados y sin manchas todo su contorno. Cuando reptar, la cola sobresale por detrás de la concha un 35 % de su longitud.

Etimología.- Nombrada en honor de la política colombiana Ingrid Betancourt (Bogotá, Colombia, 1961), distinguida en 2008 con el Premio Príncipe de Asturias de la Concordia en reconocimiento a su lucha en defensa de los derechos humanos y contra la violencia terrorista. Ese mismo año fue distinguida con la *Legión de Honor* de Francia.

Discusión.- Por la forma y proporciones de la concha, *Gibberula betancourtae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. pignoniae*, descrita en este trabajo de la que se diferencia por la ausencia de liras en el labro, los pliegues columelares y la coloración del animal vivo; un congénere antillano, *G. crassa* McCleery, 2009 de Panamá, tiene un diseño cromático del manto parecido, pero la concha es más ancha y el labro sobresale por encima del vértice de la misma (véase McCLEERY, 2009, figuras 21-35).

***Gibberula isinbayevae*, especie nueva**
(Láminas 5C, 11, 12 y 14)

Material: Dos ejemplares, un adulto y un juvenil, recolectados vivos (19/5/2012) en Gran Cul de Sac Marin, (Localidad tipo, estación GD42: 16°21'12N, 61°32'33W) a 3 m de profundidad. Holotipo (1'8 mm de largo y 1'2 mm de ancho) depositado en el MNHN París.

Descripción.- Concha diminuta, de superficie lisa y pulida, de forma bicónica ($Id=1'5$) muy ancha, con ambos lados convexos, algo menos el derecho; el extremo posterior es más ancho que el anterior y la espira saliente, ancha y algo aguzada ($Av=130^\circ$). Protoconcha formada por una vuelta grande, de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y ligeramente más estrecha en su mitad posterior; labro simple y sinuoso, de espesor uniforme en todo su borde libre, insertado en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente y sin liras internas. Columela con cuatro pliegues, de los cuales los dos anteriores son los más desarrollados y el esbozo de otros dos pliegues (5° y 6°) posteriores. La escotadura sifonal es corta y bien señalada. Color blanco hialino translúcido. La concha de un juvenil de 1'2 mm es ovoide, con 4 pliegues columelares.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco rosado, con abundantes manchitas salmón y naranja dispersas y alguna de color negro; en la zona central hay una mancha irregular, “caprichosa” en la que domina el color verde grisáceo (el del envés de una hoja de olivo) bordeada por pigmento negro y alguna mota naranja. Dentro de la protoconcha y siguiendo el contorno de la sutura, hay una cadena de arcos negros con su luz blanco níveo, bajo una mancha verde olivo; el núcleo es de color blanco con tonos salmón. Sifón de color blanco níveo, con los bordes blanco hielo, y una mancha naranja. Cabeza con los lóbulos del morro redondeados (en forma de gota), hialinos, con manchas blancas entre los ojos que están contorneados por manchitas rojo naranja; los tentáculos son hialinos, con o sin una mancha negra en la base.

Suela del pie de color blanco hielo con 5 manchas dorsales blanco níveo a cada lado, una lateral anterior ovalada, tres laterales redondeadas o irregulares y una posterior sobre la cola, alargada y mayor que las demás; entre las manchas blancas hay manchitas naranjas. El borde anterior del pie es casi recto, incluidos sus ángulos. Cuando repta, la cola sobresale por detrás de la concha un 20 % de su longitud; hay un pequeño lóbulo ventral del manto de color negro, bajo el núcleo.

Etimología.- Nombrada en honor de la atleta Yelena Isinbayeva (Volvogrado, Rusia, 1961), distinguida en 2009 con el Premio Príncipe de Asturias de los Deportes; especialista en el salto con pértiga, fue la primera mujer que rebasó la altura de los 5 m: medalla de oro en los juegos Olímpicos de Atenas (2004), batió en 18 ocasiones el record del Mundo.

Discusión.- Por la forma y proporciones de su concha bicónica, *Gibberula isinbayevae* especie nueva puede ser comparada con *G. zambranoae* y *G. delarrochae*, descritas anteriormente, pero la coloración de los animales vivos es muy diferente y bien distinta del resto de congéneres caribeños. Parece ser una especie muy rara ya que solo se colectó el material tipo y se realizaron hasta cinco dragados en la zona en el mismo día (Estaciones GD39-GD43, 19/5/2012).

***Gibberula watkinsae* especie nueva**
(Láminas 5D, 10, 12, 14 y 17)

Material: Seis ejemplares recolectados vivos (28/5/2012) y once conchas, en Lagon de Saint Francois (localidad tipo, estación GS38:16°15'17N, 61°15'42W) a 2 m de profundidad. Holotipo (2'2 mm de largo y 1'3 mm de ancho) depositado en el MNHN París; preservados cinco ejemplares en alcohol para PCA. El mayor ejemplar recolectado midió 2'63 mm x 1'62 mm.

Descripción.- Concha pequeña, de superficie lisa, pulida y forma bicónica ($Id=1'62-1'7$) muy ancha, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto (anguloso); el extremo posterior es más ancho que el anterior y la espira saliente, ancha y aguzada ($Av=120^\circ$). Protoconcha formada por una vuelta muy grande, de núcleo notable y saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y algo más estrecha en su mitad posterior que en la anterior; labro simple y algo sinuoso, de espesor uniforme en todo su borde libre, insertado en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente y con 5-6 liras internas, de las cuales 2-4 pueden llegar a formar leves denticulos romos. Columela con tres pliegues y el esbozo de un cuarto posterior, siendo los dos anteriores los más desarrollados y con proporciones similares. La escotadura sifonal es corta. Color blanco hialino translúcido. La concha de un juvenil de 1'2 mm es ovoide (lámina 5D, juvenil), con 4 pliegues columelares.

La coloración del cuerpo en el interior de la concha es muy discreta y se basa en manchas irregulares y reticulares de color gris sobre fondo blanco, una central, 1-2 laterales y otra en el interior de la protoconcha, bordeando al núcleo por debajo.

Sifón blanco níveo uniforme. Cabeza con los lóbulos del morro cortos y convexos, hialinos en su contorno externo, incluidos los ojos y de color blanco níveo en su porción media, entre los dos ojos; los tentáculos son hialinos.

Suela del pie de color blanco hielo con 5 manchas dorsales blanco níveo a cada lado, una lateral anterior ovalada, tres laterales redondeadas o irregulares y una posterior sobre la cola, alargada y mayor que las demás. El borde anterior del pie es casi recto, incluidos sus ángulos. Cuando repta, la cola apenas sobresale por detrás de la concha. No hay manchas conspicuas, verdes, naranjas, carmín o negras, en ninguna zona del cuerpo.

La rádula es corta en relación a otros congéneres de La Guadalupe, con 170 dientes raquídeos, 30 en la porción ventral, 120 en la dorsal y 20 en el saco; los dientes son también más simples (lámina 18), de apenas 16-18 μm de ancho y con una gruesa cúspide central y 1-2 laterales reducidas. Los cartílagos radulares miden 250 μm de largo por 70 de ancho y presentan una región anterior lisa, reforzada por dos varillas soldadas en ángulo, a cada lado de la cinta.

Etimología.- Nombrada en honor de la bioquímica y fisióloga Linda Watkins (Norfolk, Virginia, USA, 1954), distinguida en 2010 con el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica, por sus hallazgos sobre la base neuronal del dolor; compartido con David Julius y Baruch Minke.

Discusión.- Por la forma y proporciones de su concha bicónica, *Gibberula watkinsae*, especie nueva, puede ser comparada con la especie anterior *G. isinbayevae* y con otras dos

descritas en este trabajo *G. zambranoae* y *G. delarrochae*, pero la discreta coloración de los animales vivos, muy simple y sin tonos llamativos, es muy diferente y distinta a la del resto de congéneres caribeños. El diseño cromático de *G. isinbayevae* es el más cercano al de *G. watkinsae*, especie nueva.

***Gibberula nussbauma*, especie nueva**

(Láminas 6A, 10, 12, 14 y 17)

Material: Siete ejemplares recolectados vivos y una concha vacía (9/5/2012) en Bassc-Terre, Anse à la Barque (localidad tipo, estación GD12: 16°05'5N, 61°46'6W) a 45 m de profundidad. Holotipo (2'72 mm de largo x 1'73 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; destruido un ejemplar de 2'4 mm para obtener la rádula; conservados dos ejemplares en alcohol para PCA.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa y pulida, aspecto cristalino amarillento y forma suboval muy ancha (Id=1'54-1'61), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto, el extremo posterior más ancho que el anterior y la espira poco saliente y ancha (Av= 120°-130°). Protoconcha formada por dos vueltas de núcleo pequeño y saliente. Teleoconcha de casi dos vueltas. Abertura más corta que la última vuelta y ligeramente más estrecha en su porción posterior; labro simple, recto y de espesor uniforme, insertado en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente y con un máximo de 8 liras internas, que pueden formar o no dentículos romos sobre su borde libre. Columela con 4 pliegues, los tres primeros gruesos y el cuarto posterior muy reducido, siendo los dos primeros convergentes. La escotadura sifonal es corta y poco señalada. Color blanco hialino algo translúcido.

El cuerpo del animal presenta una gran mancha irregular formada por manchas y motas naranjas sobre un fondo negro que cubre la zona media del cuerpo en la teleoconcha, formando o no una cruz y que se continua por la protoconcha, salvo el núcleo cuyo interior es blanco; el resto del cuerpo es de color blanco hueso con un reticulado difuso violáceo o naranja y alguna manchita naranja y negra dispersa. Sifón hialino con manchas blanco nívoo y naranja. La cabeza es negra con manchas naranja y dos pequeñas manchas blanco nívoo en el borde interno de los lóbulos del morro que son cortos, con tentáculos hialinos muy delgados en cuya base hay una mota naranja; otra mota naranja se dispone posterior a cada ojo. En la protoconcha y alineados con la sutura de la teleoconcha, hay arcos negros.

Suela del pie más estrecha que la concha y de color blanco hielo con manchas dorsales blanco nívoo, entre las que abundan las manchas y los puntos negros y naranjas; las 4-5 grandes manchas laterales blancas confluyen en el centro de la suela formando una gran mancha irregular de la que se mantienen separadas las dos manchas blancas de la cola. Cuando se desplaza, la cola sobresale por detrás de la concha un 25 % de su longitud y el borde anterior tiene los laterales redondeados y el centro algo cóncavo; la porción de suela inmediata al borde es blanco hielo.

Rádula con 210 dientes raquídeos de 25 µm de ancho en un ejemplar menor que el tipo (2'3 mm), con una cúspide central y 4-5 cúspides a cada lado más pequeñas que la central (lámina 17) y con dos alturas, que alternan entre ellas. Los dientes son los segundos más anchos de todas las especies estudiadas en La Guadalupe.

Etimología.- Nombrada en honor de la filósofa estadounidense Martha C. Nussbaum (Nueva York, 1947), distinguida en 2012 con el Premio Príncipe de Asturias de Ciencias Sociales, por hacer de la filosofía una actividad más sólida, más humana y menos moribunda que en décadas anteriores a la suya, gracias a obras como *El ocultamiento de lo humano*, *repugnancia*, *vergüenza y ley*, donde hace un profundo estudio de las emociones.

Discusión.- La coloración contrastada del manto en el interior de la concha, en los animales vivos, es un buen carácter diferencial de *Gibberula nussbauma*, especie nueva, con el resto de congéneres caribeños. Su concha es similar a las de otras especies descritas en este trabajo que carecen de pigmento verde en el cuerpo, como *G. lessingae* y *G. martin-gaiteae*, descritas anteriormente, de las que se separa por la robustez de sus pliegues columelares y por su protoconcha.

***Gibberula sassena*, especie nueva**
(Láminas 6B, 10, 12, 14 y 17)

Material: Nueve ejemplares recolectados vivos (19/5/2012) en GCSM (localidad tipo, estación GD43: 16°19'92N, 61°33'45W) a 4 m de profundidad. Holotipo (2'39 mm de largo x 1'48 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; separados cinco ejemplares para estudios moleculares (IM-2009-31066); destruido un ejemplar de 2'1 mm para obtener la rádula. GCSM, estación GD39 (16°17'34N, 61°33'32W) tres ejemplares recolectados vivos y una concha (19/5/2012) a -1 m.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa y pulida, aspecto cristalino y forma bicónica muy ancha (Id=1'59-1'63), con ambos lados convexos, siendo el derecho anguloso por el callo post-labral (en vista oral); el extremo posterior de la concha es más ancho que el anterior y la espira saliente y ancha (Av= 110°-120°). Protoconcha grande, formada por una vuelta con el núcleo lenticular y poco saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y algo más estrecha en su porción posterior; labro simple, recto y de espesor uniforme, insertado en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente y con un máximo de 7 liras internas en su mitad anterior, de las cuales 3-4 pueden llegar a formar denticulos romos sobre su borde libre. Columela con 4 pliegues, los dos anteriores mucho más gruesos que los dos posteriores; puede haber un quinto pliegue posterior más interno y vestigial. Escotadura sifonal corta y muy poco señalada. Color blanco hialino o cristalino. Los juveniles de 1'4 mm (lámina 6B, juvenil-drcha.) son ovoides, con la abertura de anchura uniforme, 4-5 pliegues columelares y sin liras.

El cuerpo del animal en el interior de la totalidad de la concha tiene una coloración muy distintiva; recuerda a un racimo de uvas cobrizas sobre fondo negro o violeta muy oscuro, que apenas varía en los distintos ejemplares y tamaños. El sifón también es distintivo por sus manchas naranja oscuro y granate o negro, sobre todo en su borde anterior. La cabeza es violácea con manchas rojo naranja, excepto las puntas del morro que son hialinas, manchadas o no de blanco y los tentáculos, también hialinos y delgados. Alrededor de los ojos siempre hay un anillo hialino, que es muy evidente cuando el resto de la cabeza es negro violáceo. Hay un lóbulo posterior del manto de color negro bajo la espira y otro de color naranja vivo que recubre la escotadura sifonal.

Suela del pie es de contorno rectangular, más estrecha que la concha y de color blanco hielo con manchas dorsales blanco leche, entre las que abundan las manchas granates (violáceas) y naranja vivo que parecen estar en relieve; entre las dos grandes manchas blancas de la cola hay numerosas manchas violáceas y motas de color naranja, que se encuentran también sobre ellas. Cuando se desplaza, la cola sobresale por detrás de la concha hasta un 35 % de su longitud; tiene el borde posterior recto y el anterior con los laterales redondeados y el centro algo cóncavo.

Rádula más corta que la de otros congéneres de La Guadalupe, con unos 180 dientes raquídeos de 20 μ m de ancho en un ejemplar algo menor que el tipo (2'1 mm de largo), de los cuales 16 están en el saco y 53 en el segmento ventral; los dientes tienen una gruesa cúspide central y 4 laterales, de las cuales las tres primeras son grandes y casi del mismo tamaño, siendo la altura de la cuarta lateral la mitad que la de ellas (lámina 17). Dos varillas dorsales muy largas y engrosadas en su base, sostienen el cartílago de la bolsa radular por delante: los cartílagos radulares son relativamente anchos y más cortos que la cinta.

Etimología.- Nombrada en honor de la socióloga holandesa Saskia Sassen (La Haya, 1949), distinguida en 2013 con el Premio Príncipe de Asturias de Ciencias Sociales por sus contribuciones a la comprensión del fenómeno de la globalización y la sociología urbana con publicaciones como *La Ciudad Global* (1991).

Discusión.- La coloración del manto de los animales vivos en el interior de la concha, diferencia *Gibberula sassenae*, especie nueva, de todos sus congéneres caribeños; sólo en la especie descrita a continuación, hay un patrón o diseño cromático relacionado, aunque muy diferente. La concha biconica, con el labro insertado bien por debajo de la sutura y el desarrollo de los pliegues columelares son otros caracteres distintivos.

Gibberula rowlingae, especie nueva
(Láminas 6C, 10, 12 y 14)

Material: Un ejemplar recolectado vivo y tres conchas (26/5/2012), en Petite Terre (localidad tipo, estación GS36: 16°07'9N, 61°12'5W) a 50 m de profundidad. Holotipo (2'8 mm de largo y 1'9 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; Petite Terre (estación GB33: 16°07'9N, 61°12'5W) un ejemplar vivo, IM-2009-31077, Paratipo (concha 3'1 x 2'1 mm y animal) depositado en MNHN, dos ejemplares vivos, IM-2009-31078 depositado en MNHN y IM-2009-31079 destruido para obtener la rádula.

Descripción.- Concha de tamaño mediano, de superficie lisa y pulida y de forma suboval muy ancha (Id=1'46-1'49), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto, el extremo posterior más ancho que el anterior y la espira muy baja (Av= 150°). Protoconcha formada por algo más de una vuelta embebida parcialmente en la teleoconcha y de núcleo pequeño y saliente. Teleoconcha de una vuelta o algo más. Abertura casi tan larga como la última vuelta y con la misma anchura en los $\frac{3}{4}$ posteriores. Labro simple y más engrosado en su mitad superior, con 16-17 liras internas en todo su borde libre, donde forman denticulos romos; se inserta en la espira cubriendo a la sutura de la vuelta precedente, con

un callo postlabral arqueado. Columela con 6 pliegues, de los cuales el segundo y el tercero son los más desarrollados y casi iguales, el primer pliegue es un cordón poco señalado que refuerza al borde columelar. La escotadura sifonal es corta. Color blanco, algo translúcido.

El cuerpo del animal dentro de la concha es de color blanco nívco, con un singular diseño en el que dominan el amarillo oro y naranja, con una gran mancha central formada por grandes motas naranjas sobre un fondo verde olivo, unidas entre sí por pequeños segmentos negros; cerca de la sutura la mancha se interrumpe por una serie de áreas blancas alineadas y se continua de nuevo por el interior de la protoconcha. El interior del núcleo es blanco.

Sifón blanco hielo con el borde distal manchado de blanco nívco. La cabeza tiene los lóbulos del morro de color blanco hielo con manchas blanco nívco anteriores a los ojos y manchas naranjas mezcladas con ellas o posteriores, rodeando a los ojos; los tentáculos son hialinos.

Suela del pie tan ancha como la concha, con los extremos del borde anterior en ángulo y de color blanco hielo con 7-8 manchas dorsales blanco nívco en cada lateral, una oblicua en cada extremo del borde anterior, 4-5 a cada lado y 1-2 laterales posteriores, sobre la cola, mayores que las demás; entre las manchas blancas hay abundantes motas naranjas. Cuando se desplaza, la cola sobresale por detrás de la concha hasta un 25 % de su longitud. Hay un lóbulo posterior del manto de color naranja, bajo el núcleo.

Etimología.- Nombrada en honor de la escritora inglesa Joanne Cathlenn Rowling (Yate, 1965), distinguida en 2003 con el Premio Príncipe de Asturias de la Concordia, creadora de la serie de libros *Harry Potter*, fenómeno literario con más 500 millones de copias vendidas. En el año 2000 recibió el título de Dama oficial del Imperio Británico y en 2008, el de Dama de la *Legión de Honor* de la República Francesa.

Discusión.- Por la coloración del animal vivo, con una combinación “armónica de tonos dorados”, *Gibberula rowlingae*, especie nueva, se diferencia de todos sus congéneres caribeños. La forma de la concha con el labro superando el ápice por detrás es otro buen carácter diferencial frente al resto de especies de La Guadalupe. Su sofisticado diseño cromático, obra de la madre Naturaleza, bien podría formar parte de las criaturas fantásticas del mundo de Harry Potter, a cuya creadora está dedicada.

***Gibberula leibovitzae*, especie nueva**
(Láminas 6D, 10, 12, 14 y 17)

Material: Un ejemplar recolectado vivo (26/5/2012), en Petite Terre (localidad tipo, estación GB31: 16°09'71N, 61°07'73W) a 15 m de profundidad. Holotipo (3'5 mm de largo y 2'3 mm de ancho) depositado en el MNHN, París, IM-2009-31075, animal seco (fotos en vivo GB31-B-PM-0600); Petite Terre (estación GS34: 16°09'7N, 61°07'7W) dos ejemplares de 3'3 mm y dos juveniles de 2'5 y 1'7 mm a 15 m de profundidad, destruida la concha de un ejemplar de 3'3 mm para obtener la rádula.

Descripción.- Concha de tamaño mediano, de superficie lisa y pulida y de forma suboval muy ancha (Id=1'52), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto, el extremo pos-

terior más ancho que el anterior y la espira baja ($Av = 140^\circ$). Protoconcha formada por una vuelta embebida en la teleoconcha y de núcleo saliente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y más estrecha en su porción posterior que en la anterior; labro simple y más engrosado en su mitad superior, con una leve inflexión en su porción media; se inserta en la espira cubriendo la sutura de la vuelta precedente y presenta 16 liras internas que forman denticulos romos sobre su borde libre. Columela con 5 pliegues y el esbozo de un sexto posterior, de los cuales el segundo anterior es el más desarrollado, decreciendo de forma regular el desarrollo de los pliegues 3-5; el primer pliegue es robusto, de forma triangular y refuerza al borde columelar que presenta una profunda excavación o falso ombligo. La escotadura sifonal es corta y forma un arco apretado. Color blanco, algo translúcido.

El cuerpo del animal en el interior de la concha es de color blanco hueso, con un llamativo diseño en el que domina el naranja, con tres manchas irregulares alineadas en el centro, unidas con líneas naranjas; cada mancha tiene el centro de color verde olivo, al que rodea el naranja, orlado a su vez de negro; otras manchas naranjas se disponen en la región del sifón y cercanas a la sutura; en el interior de la protoconcha hay una zona central verde rodeada por fuera por manchas circulares blancas que alternan con espacios de color naranja. El interior del núcleo es blanco.

Sifón blanco. La cabeza tiene los dos lóbulos del morro de color blanco hielo con manchas blanco níveo y tentáculos hialinos; hay una mota naranja por delante de cada ojo y otra más pequeña posterior.

Suela del pie más tan ancha como la concha y de color blanco hielo con manchas dorsales blanco níveo poco desarrolladas, una muy pequeña en cada lateral del borde anterior, 2-3 a cada lado y una lateral posterior, sobre la cola, alargada y mayor que las demás; entre las manchas blancas hay algunas motas naranjas dispersas. Cuando se desplaza, la cola sobresale por detrás de la concha un 15 % de su longitud y el borde anterior tiene los laterales redondeados. Hay dos pequeños lóbulos posteriores del manto de color rosado, bajo el núcleo.

La rádula de un ejemplar de 3'3 mm presentó 180 dientes de 25 μ m de ancho; cada uno de ellos con una cúspide central grande y cuatro laterales, las tres más externas de tamaño similar y la cuarta anexa a la central, más pequeña que el resto. Hay dos varillas de sostén de la bolsa bucal asociadas a la región anterior del cartílago radular y a la zona cortante de la rádula.

Etimología.- Nombrada en honor de la fotógrafa estadounidense Anna Lou Leibovitz (Waterbourny, 1949), distinguida en 2013 con el Premio Príncipe de Asturias de Comunicación y Humanidades, conocida principalmente por sus retratos a celebridades, fue la primera mujer que expuso su obra en la Galería Nacional de Retratos de Washington.

Discusión.- Por la forma de la concha, su tamaño y proporciones, la estructura del labro y de los pliegues columelares, *Gibberula leibovitzae*, especie nueva, puede ser comparada con *G. veilae*, descrita en este artículo y con *G. conejoensis* McCleery, 2009 de Venezuela, esta última de menor tamaño, menor número de liras y una coloración del animal diferente (véase McCLEERY, 2009, figuras 21-25). El falso ombligo la relaciona con *G. veilae*, común en varias localidades de La Guadalupe, cuyo animal vivo es de distinta coloración,

presenta una protoconcha diferente, sus pliegues columelares son más señalados y el labro más convexo; se podría decir que *G. leibovitzae* de Petite Terre es el taxón equivalente a *G. veilae* de La Guadalupe.

***Gibberula adzubae*, especie nueva**
(Láminas 7A, 10, 14 y 17)

Material: Un ejemplar recolectado vivo (28/5/2012) y cinco conchas con el animal seco, en Grande Terre, Lagoon de Saint-François (localidad tipo, estación GB35: 16°15'2N, 61°15'4W) a 2 m de profundidad. Holotipo (2'4 mm de largo y 1'5 mm de ancho) depositado en el MNHN, París; animal vivo IM-2009-31081 (foto en vivo GB35-B-PM-0644); (estación GS38: 16°15'2N, 61°15'4W) un ejemplar vivo IM-2009-31088 a -2 m. Destruído un ejemplar de 2'4 mm de la localidad tipo para obtener la rádula.

Descripción.- Concha de tamaño pequeño, de superficie lisa y/o con tenues estrías longitudinales y de forma bicónica-suboval muy ancha (Id=1'6-1'64), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto, el extremo posterior más ancho que el anterior y la espira baja y asimétrica o algo saliente (Av= 130°). Protoconcha formada por una vuelta de núcleo prominente. Teleoconcha de una vuelta. Abertura más corta que la última vuelta y más estrecha en su porción posterior que en la anterior; labro simple y más engrosado en su mitad superior, insertado en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente y 6-8 liras internas que forman 4-5 dentículos romos sobre su borde libre en la porción anterior. Columela con 4 pliegues y el esbozo de un quinto posterior; el par anterior es el más desarrollado, ambos pliegues tienen el mismo espesor, pueden estar surcados y refuerzan la porción anterior del borde columelar. La escotadura sifonal es muy corta. Color blanco translúcido.

El cuerpo del animal en el interior de la teleoconcha es de color blanco nívoo, con dos áreas blanco hielo punteadas de negro y rojo-naranja, además de algún punto naranja disperso, motas naranjas cerca de la sutura y una mancha o agregado de motas naranjas rodeadas de negro próxima al sifón; el interior de la protoconcha es de color salmón con motas naranjas y alguna mancha blanca y el interior del núcleo de color salmón.

Sifón blanco. La cabeza tiene los dos lóbulos del morro de color blanco hielo con manchas blanco nívoo y tentáculos hialinos.

Suela del pie de color blanco hielo con al menos dos grandes manchas blanco nívoo sobre la cola. Cuando se desplaza, la cola sobresale por detrás de la concha un 15 % de su longitud y el borde anterior del pie tiene los laterales angulosos. Por debajo el núcleo hay dos pequeños lóbulos del manto de color rosado.

En un ejemplar de tamaño similar al tipo, los cartílagos radulares tienen dos varillas anteriores de sostén y la rádula 194 dientes raquídeos de 16 µm de ancho, 24 en el saco (10 de tamaño creciente), 104 en el segmento dorsal y 30 en el ventral; los dientes (lámina 17) presentan 3 cúspides a cada lado de la gruesa cúspide central, de las cuales la segunda es la más desarrollada y duplica el tamaño de las otras dos.

Etimología.- Nombrada en honor de la abogada congoleña Caddy Adzuba (Bukavu, 1981), laureada en 2014 con el Premio Príncipe de Asturias de la Concordia, activista por los derechos de la mujer, la infancia y la libertad de prensa en su País.

Discusión.- Por la coloración de los animales vivos *Gibberula adzubae*, especie nueva, guarda cierta relación con *G. leibovitzae*, especie nueva, descrita anteriormente, pero la forma de la concha, su tamaño, la estructura del labro y de los pliegues columelares son muy diferentes; además, carece del falso ombligo de *G. leibovitzae*.

3. AGRADECIMIENTOS

El material estudiado en este trabajo, se recogió en La Guadalupe en mayo 2012 durante la expedición KARUBENTHOS (Investigador Principal: Philippe Bouchet), organizada conjuntamente por el Parque Nacional de Guadalupe, Museo Nacional de Historia Natural de París (MNHN), Universidad de las Antillas y de Guyana (UAG) y la Universidad Pierre et Marie Curie (UPMC), con financiamiento de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) y del Puerto Autónomo de La Guadalupe. Las fotografías de los animales vivos son obra de M. Caballer y P. Maestrati del MNHN.

4. BIBLIOGRAFÍA

COOVERT, A. G. & H. K. COOVERT. 1995. Revision of the supraspecific Classification of Marginelliform Gastropods. *The Nautilus*, 109(2): 43-110.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2000. Descripción de un género y once especies nuevas de Cystiscidae y Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) del Caribe de Costa Rica. *Avicennia*, 12/13: 95-114.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA 2002. Nuevas especies de margineliformes de Cuba, Bahamas y el Mar Caribe de Costa Rica. *Avicennia*, 15: 101-128.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2003a. Nuevas especies de moluscos marinos (Mollusca: Gastropoda) del Parque Nacional Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Avicennia*, 16: 143-156.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2003b. Nuevas especies de moluscos gasterópodos marinos (Mollusca: Gastropoda) de las Bahamas, Cuba y el Mar Caribe de Costa Rica. *Revista Academia Canaria Ciencias*, 15 (3-4): 207-216.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2005a. Siete nuevas especies de la familia Cystiscidae Stimpson, 1865. *Avicennia*, Suplemento 5: 36-42.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2005b. Nuevas especies de margineliformes (Mollusca: Gastropoda) del Mar Caribe y el Golfo de México de Cuba. *Revista Academia Canaria Ciencias*, XVII (4): 117-122.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2007. El género *Gibberula* (Mollusca: Neogastropoda: Cystiscidae) en Cuba con la descripción de nuevas especies. *Avicennia*, 19: 99-120.

ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2013. Nuevas especies de moluscos prosobranquios marinos de áreas caribeñas protegidas. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 105-110.

ESPINOSA, J., J. ORTEA & M. CABALLER. 2011. Especies nuevas del género *Gibberula* (Mollusca: Cystiscidae) de Cuba y Venezuela. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 85-91.

- FABER, M. 2005. A new species of *Gibberula* Swainson, 1840 (Gastropoda: Cystiscidae) from Venezuela. *Miscellanea Malacologica*, Vol 1, nº 5: 101.
- GOFAS, S. 1990. Le genre *Gibberula* (Marginellidae) en Méditerranée. *Lavori Società Italiana di Malacologia*, 23: 113-139.
- MCCLEERY, T. 2008. Descriptions of sixteen new species of the genus *Gibberula* Swainson, 1840 (Gastropoda: Cystiscidae) from the Caribbean. *Novapex*, 9(2-3): 101-118.
- MCCLEERY, T. 2009. Descriptions of four new species of the genus *Gibberula* Swainson, 1840 (Gastropoda: Cystiscidae) from the western Caribbean Sea and proposal for a new species group. *Novapex*, 10(2): 33-46.
- MCCLEERY, T. 2010. Descriptions of eighteen new species in the genus *Granulina* Jousseaume, 1888 (Gastropoda: Cystiscidae) from the Caribbean Sea. *Novapex*, 11(2-3): 37-71.
- MORENO, D. 2012. The genus *Gibberula* (Gastropoda, Cystiscidae) in the Cape Verde Island with the description of a new species, *Iberus*, 30(1): 67-83
- ORTEA, J. & J. ESPINOSA. 2001. *Intelcysticus* e *Inbiocysticus* (Mollusca: Neogastropoda: Cysticidae) dos nuevos géneros del Atlántico occidental tropical. *Avicennia*, 14: 107-114.
- ORTEA, J. 2014. Cómo integrar ciencia y naturaleza: descripción de nuevas especies de *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Marginellidae) de la isla de Guadeloupe y sus islotas satélites (Antillas Menores, Mar Caribe), nombradas en honor de treinta mujeres de ciencia distinguidas con el premio L'Oreal-Unesco. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, Vol. XXVI: 129-188.

Tabla 1.- Índice de láminas de las especies ilustradas.

Especie	Concha	Animal vivo	Diseño cromático de la cabeza y pie	Dientes columelares	Dientes radulares
<i>G. zambranoae</i>	2A	8	11	13	15
<i>G. martingaiteae</i>	2B	8	11	13	15
<i>G. delarrochae</i>	2C	8	11	13	15
<i>G. navratilovae</i>	2D	8	11	13	15
<i>G. boulmerkae</i>	3A	8	11	13	15
<i>G. grafae</i>	3B	8	11	13	15
<i>G. hendricksae</i>	3C	9	11	13	16
<i>G. lessingae</i>	3D	9	11	13	16
<i>G. goodallae</i>	4A	9	11	13	16
<i>G. pignoniae</i>	4B	9	11	13	16
<i>G. veilae</i>	4C	9	11	13	17
<i>G. robinsonae</i>	4D	9	11	13	17
<i>G. atwoodae</i>	5A	9	12	14	17
<i>G. betancourtae</i>	5B	9	12	14	–
<i>G. isinbayevae</i>	5C	10	12	14	–
<i>G. watkinsae</i>	5D	10	12	14	17
<i>G. nussbaumaе</i>	6A	10	12	14	17
<i>G. sassenaе</i>	6B	10	12	14	17
<i>G. rowlingae</i>	6C	10	12	14	–
<i>G. leibovitzae</i>	6D	10	12	14	17
<i>G. adzubae</i>	7A	10	–	14	17

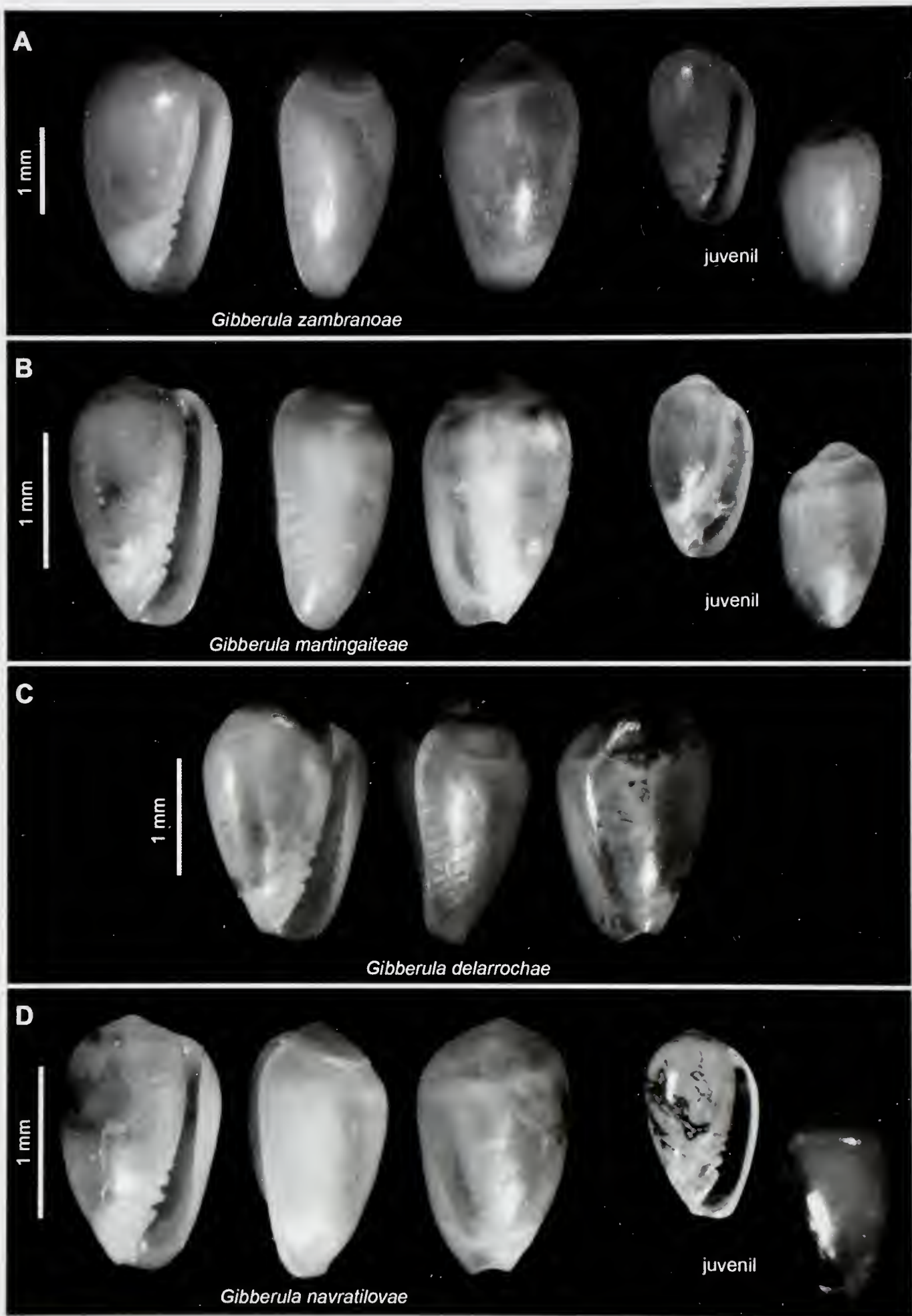


Lámina 2.- Conchas.

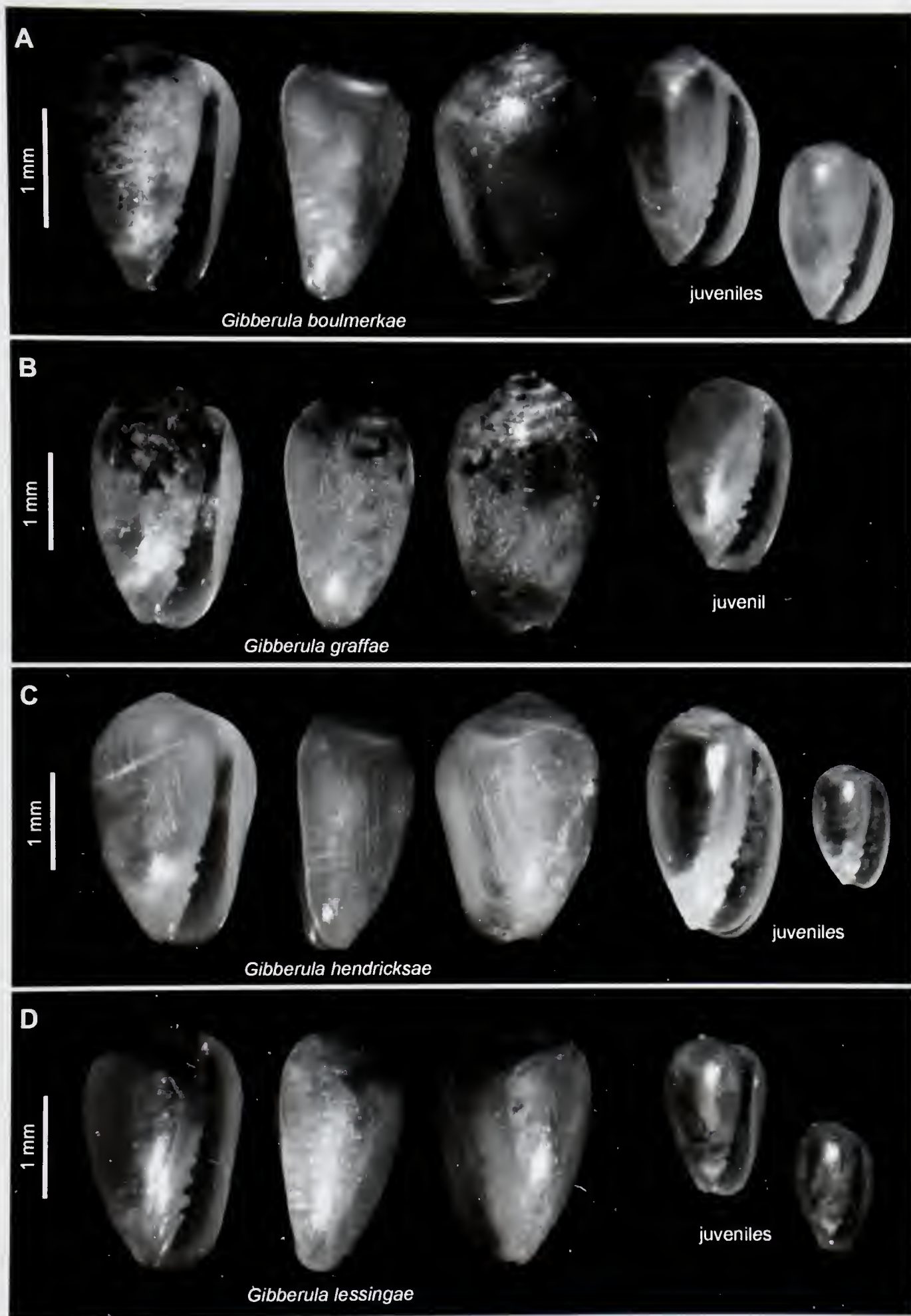


Lámina 3.- Conchas.

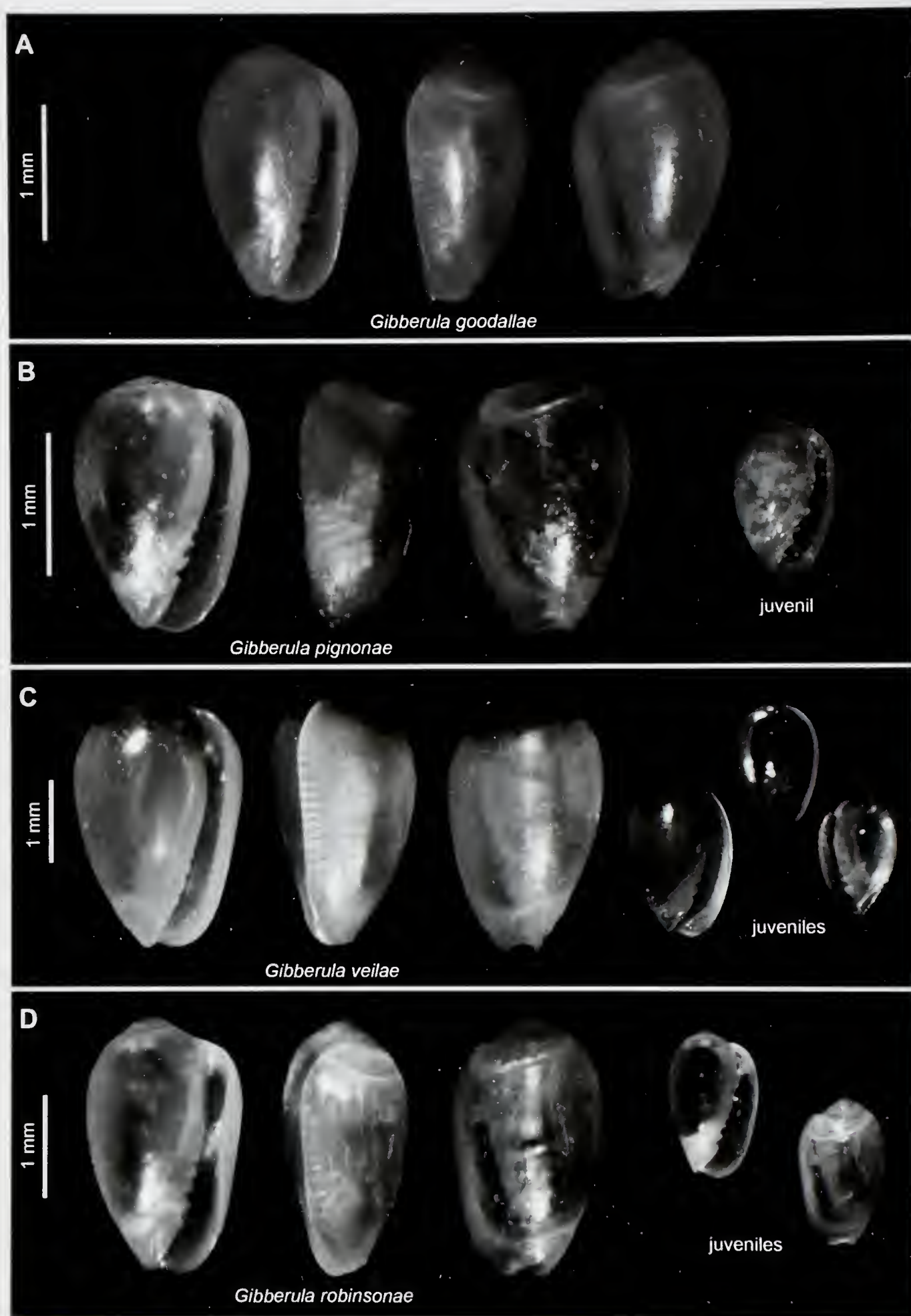


Lámina 4.- Conchas.

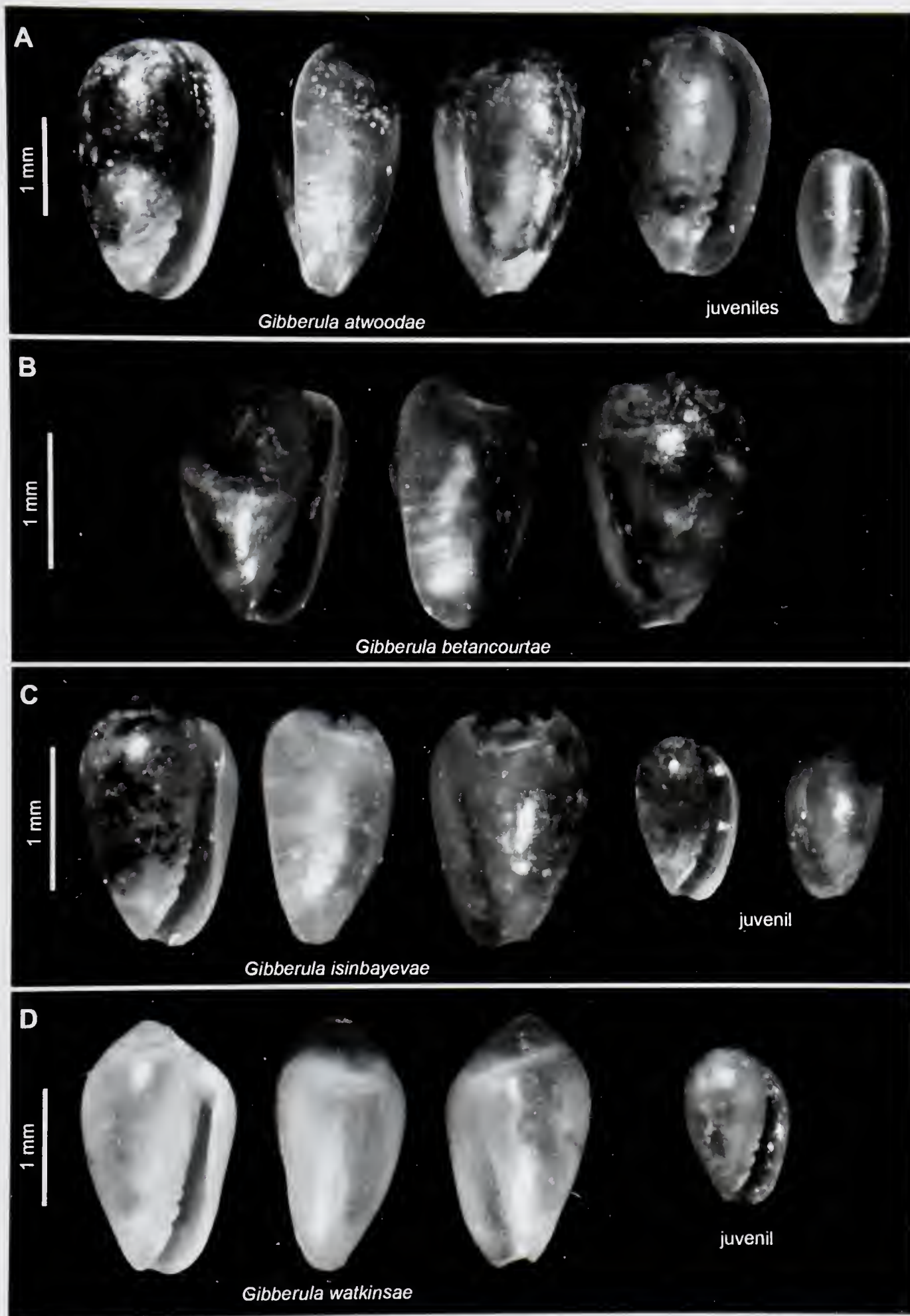


Lámina 5.- Conchas.

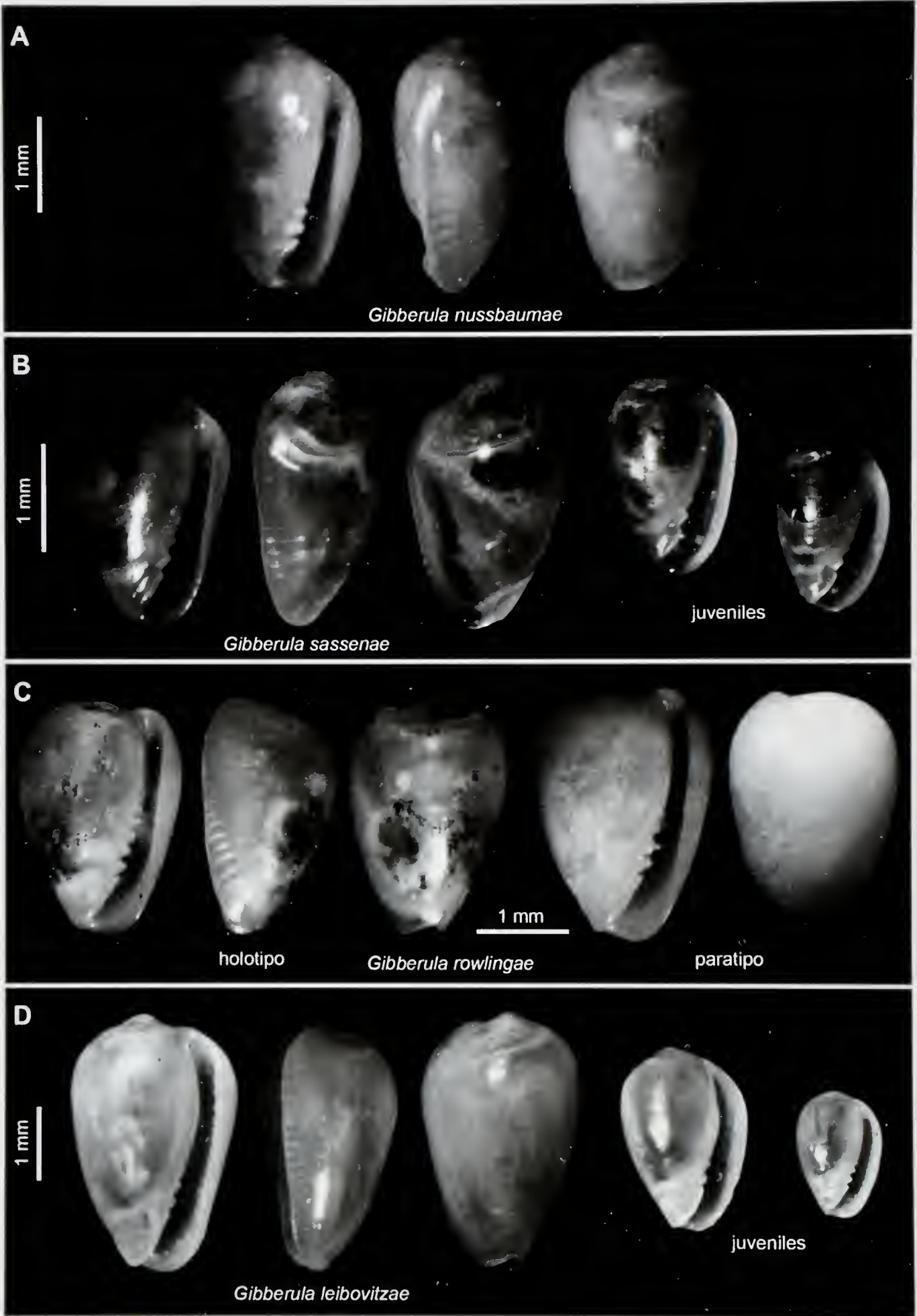


Lámina 6.- Conchas.



Lámina 7.- Conchas.



Lámina 8.- Animales vivos.

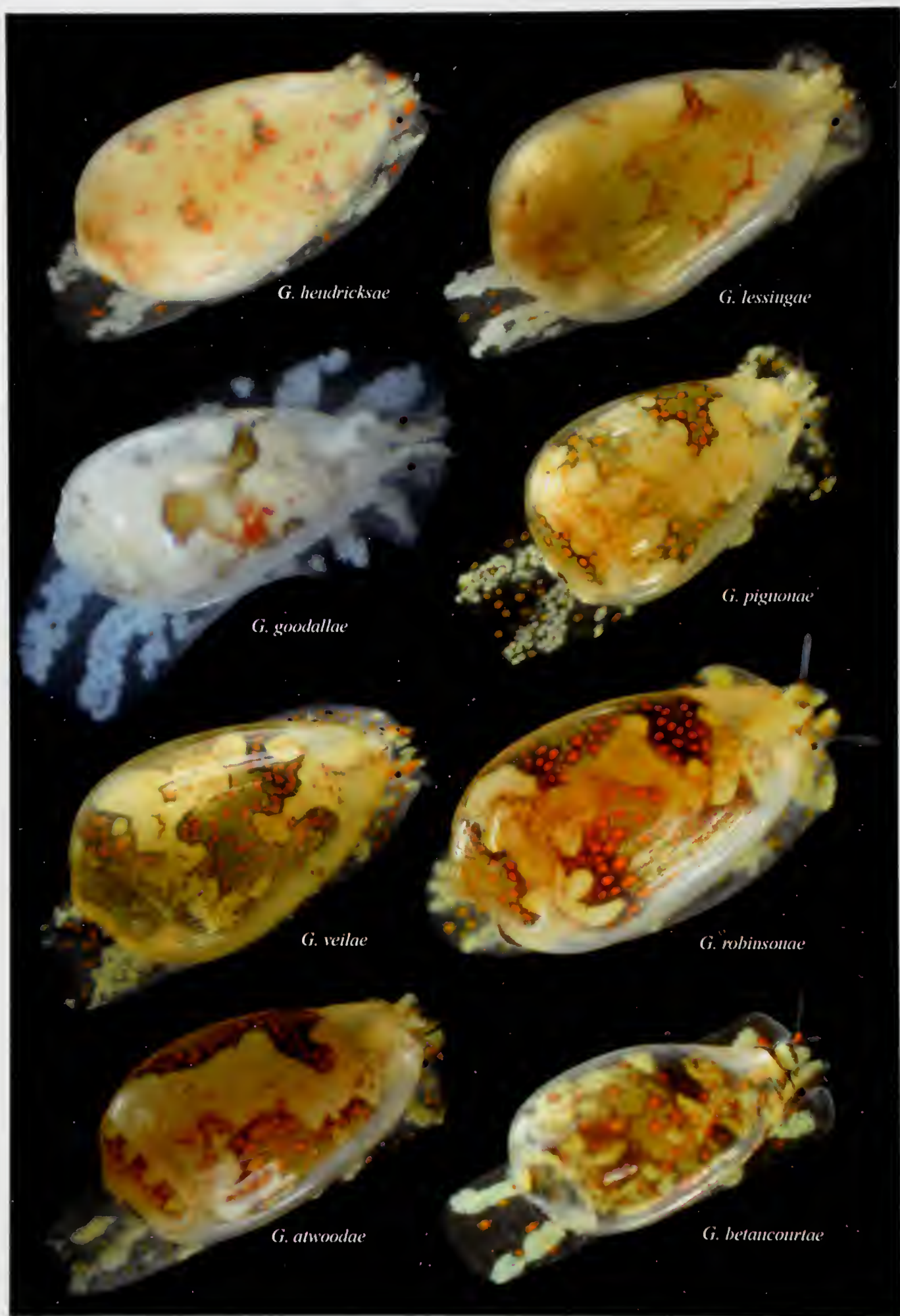
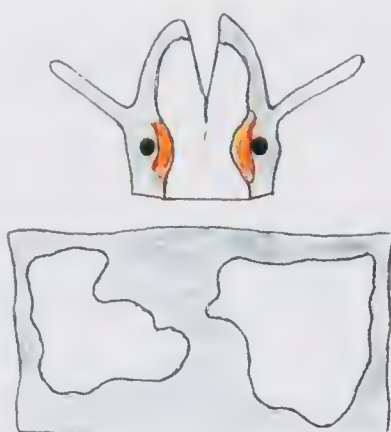


Lámina 9.- Animales vivos.



Lámina 10.- Animales vivos.



Gibberula zambranoae



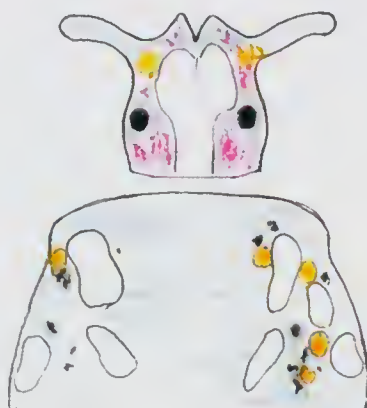
Gibberula martingaiteae



Gibberula delarrochae



Gibberula navratilovae



Gibberula boulmerkae



Gibberula grafae



Gibberula hendricksae



Gibberula lessingae



Gibberula goodallae



Gibberula pignonae



Gibberula veilae



Gibberula robinsonae

Lámina 11.- Esquemas del patrón de coloración de la cabeza y borde anterior del pie en las diferentes especies.



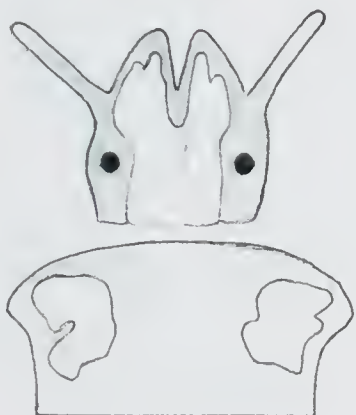
Gibberula atwoodae



Gibberula betancourtae



Gibberula isinbayevae



Gibberula watkinsae



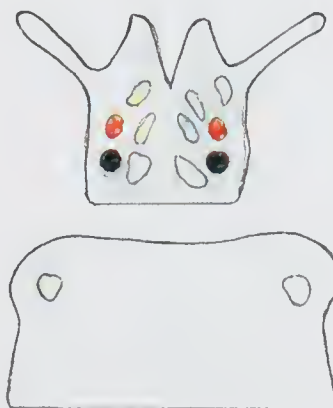
Gibberula nussbauma



Gibberula sassena



Gibberula rowlingae



Gibberula leibovitzae

Lámina 12.- Esquemas del patrón de coloración de la cabeza y borde anterior del pic en las diferentes especies.

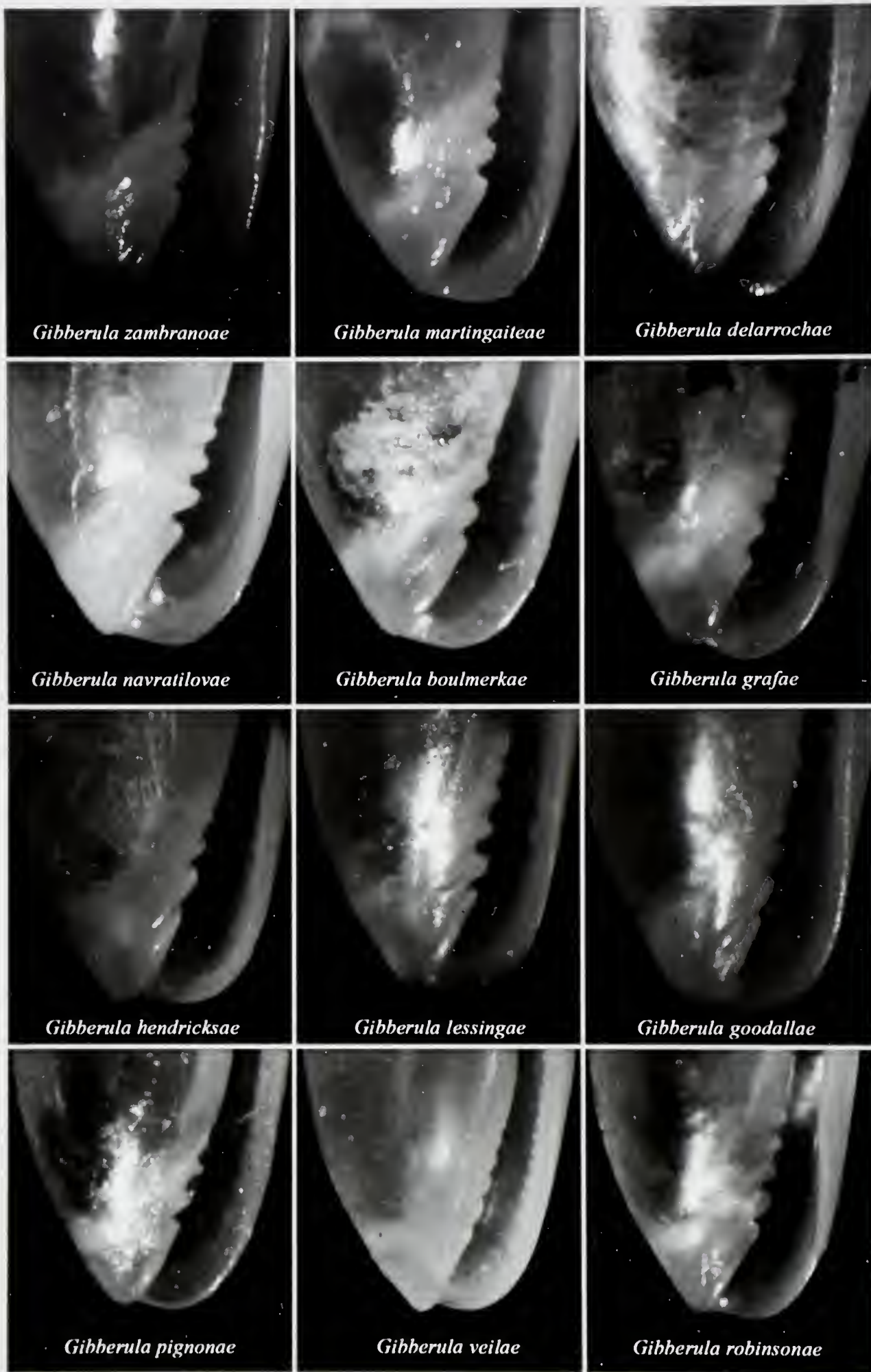


Lámina 13.- Detalle de los dientes columelares.

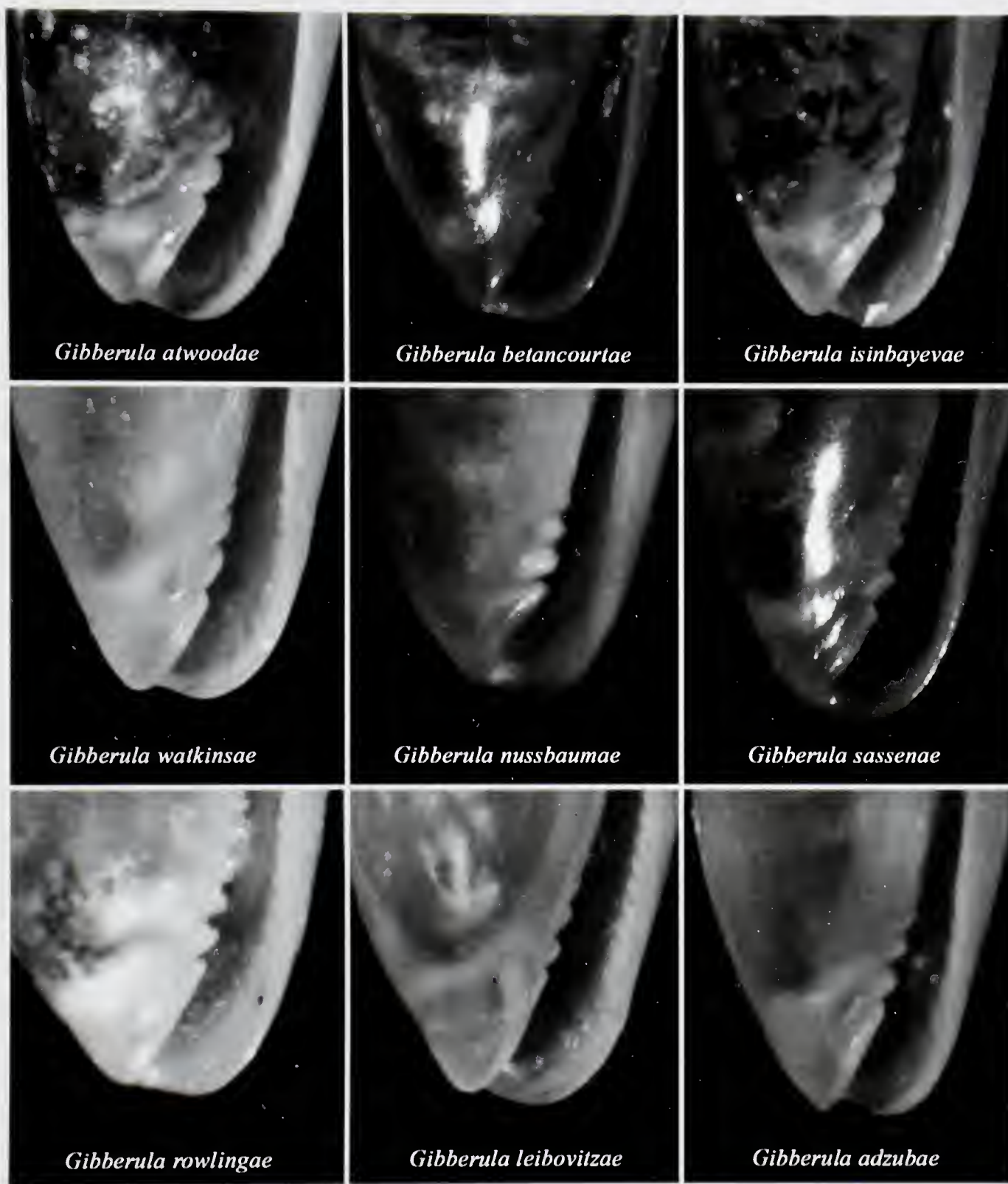


Lámina 14.- Detalle de los dientes columelares.

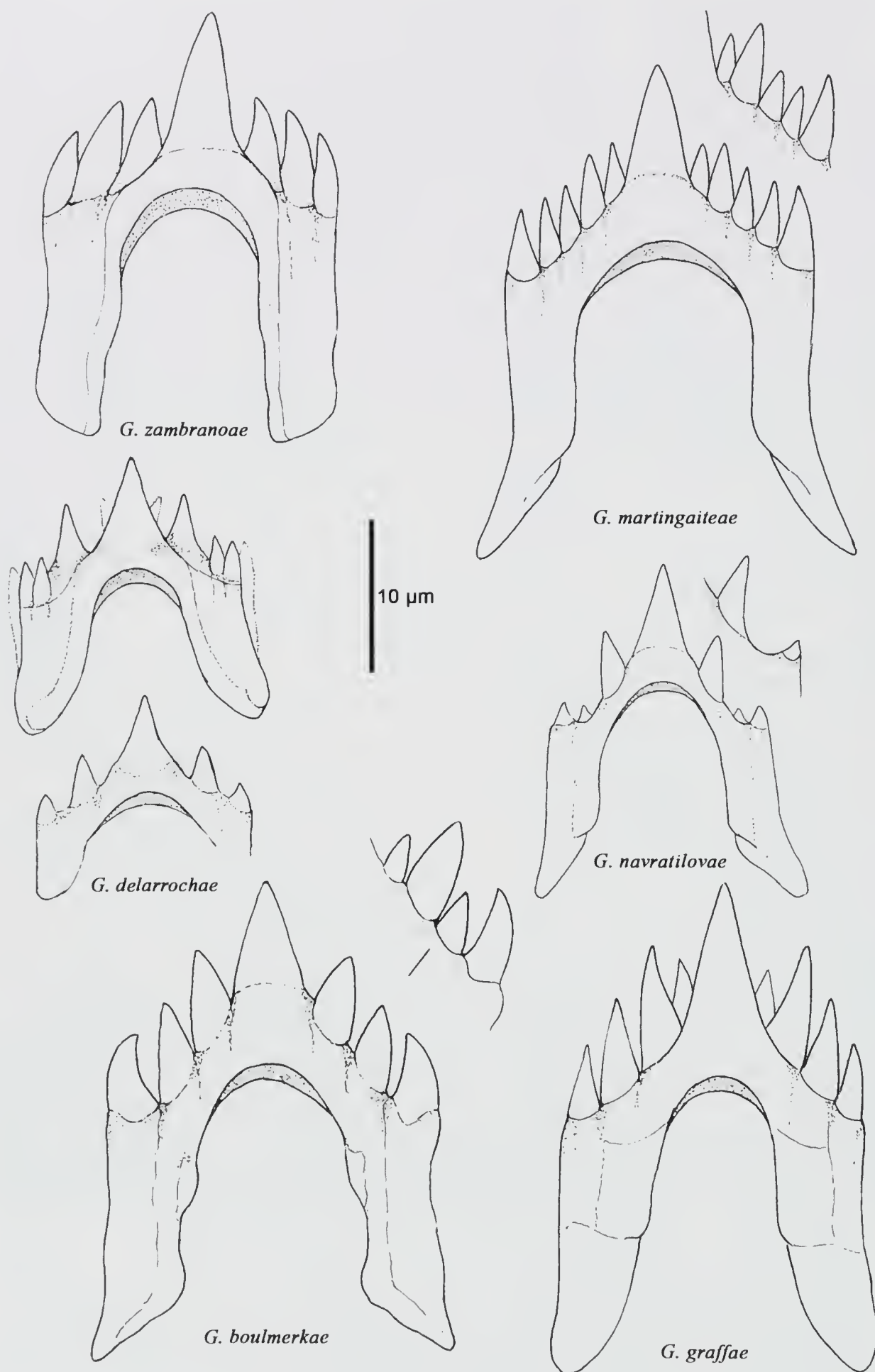


Lámina 15.- Aspecto de los dientes radulares.

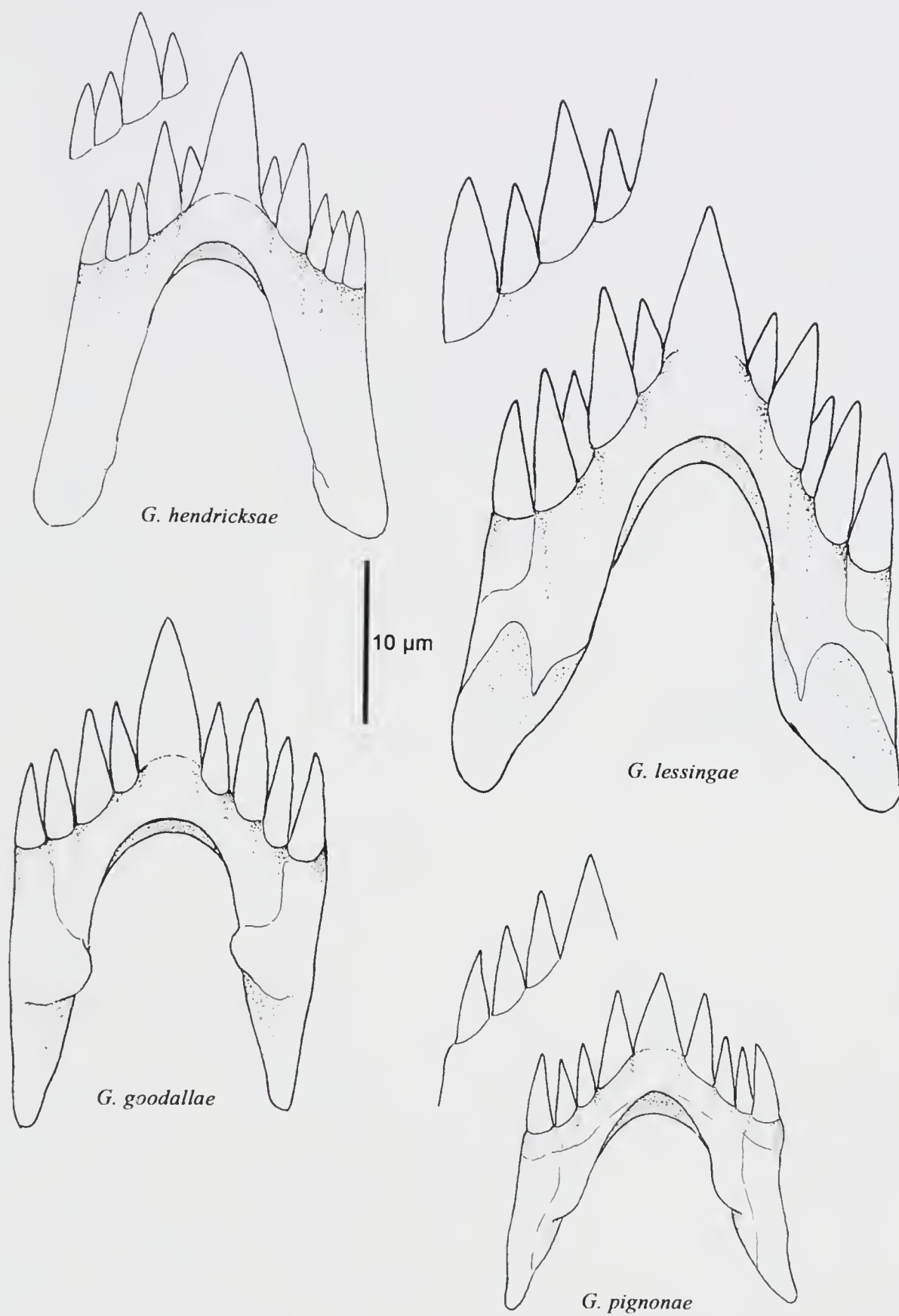
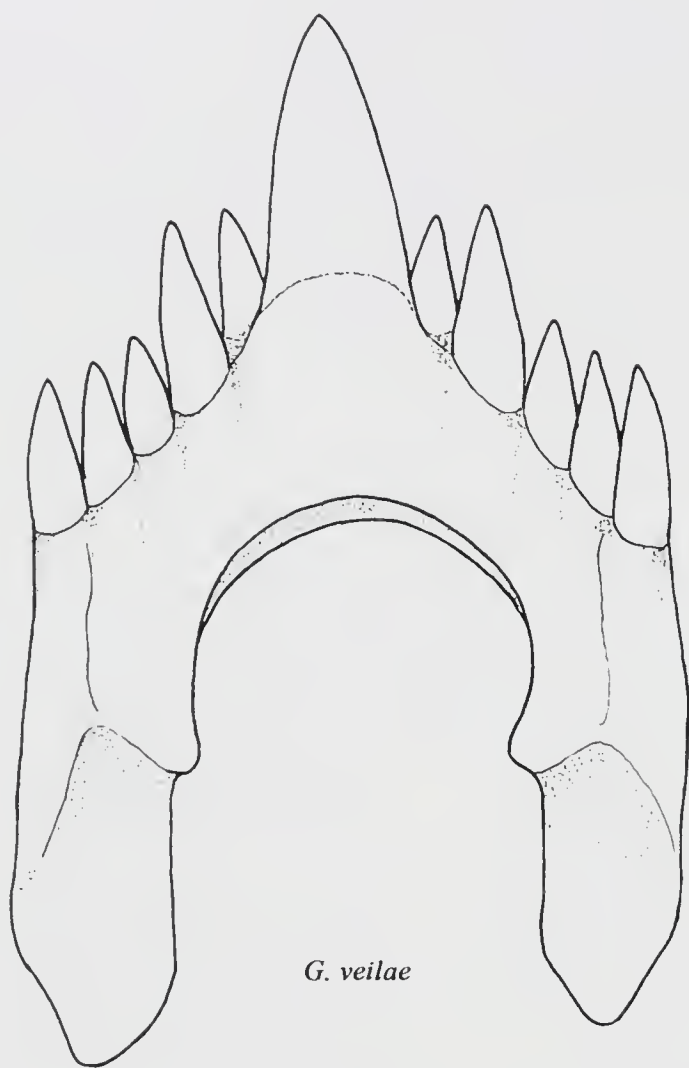
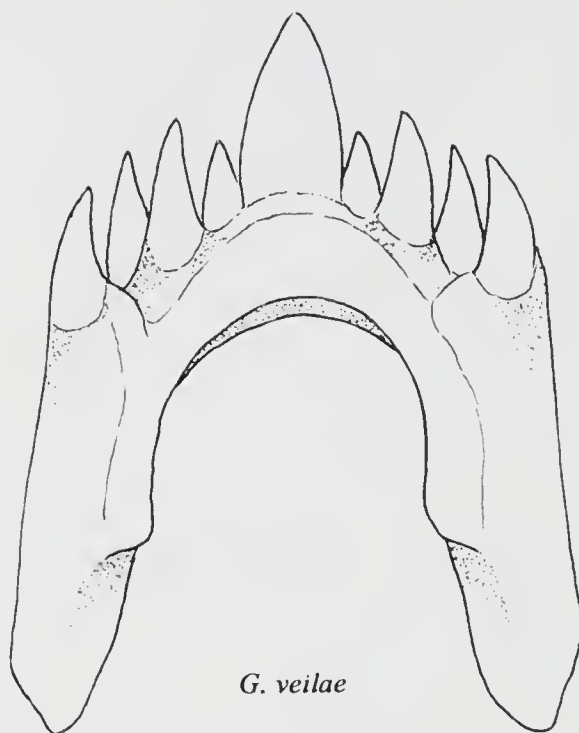


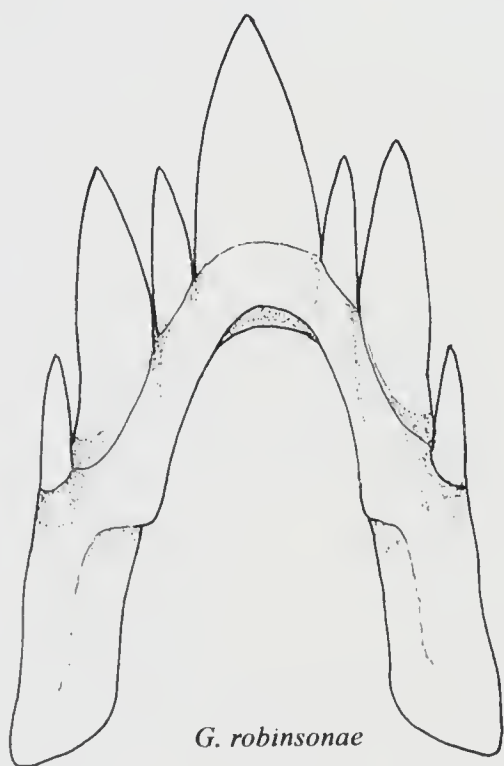
Lámina 16.- Aspecto de los dientes radulares.



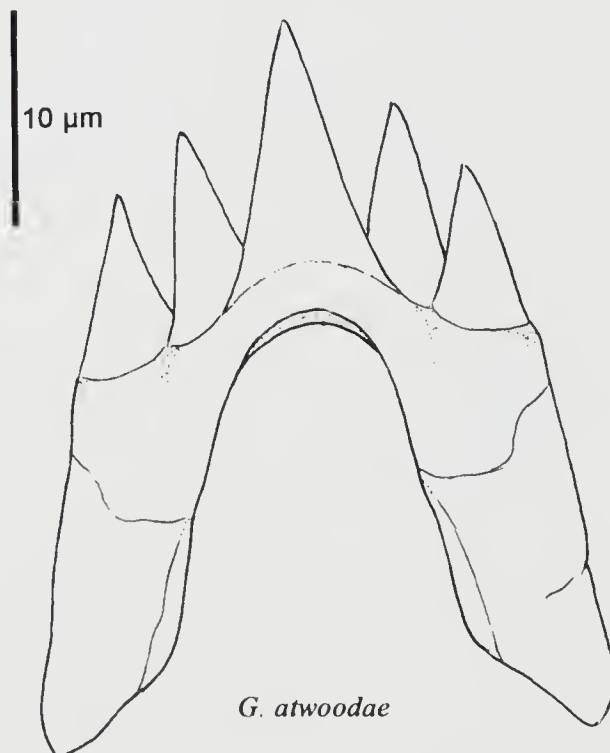
G. veilae



G. veilae



G. robinsonae



G. atwoodae

10 μ m

Lámina 17.- Aspecto de los dientes radulares.

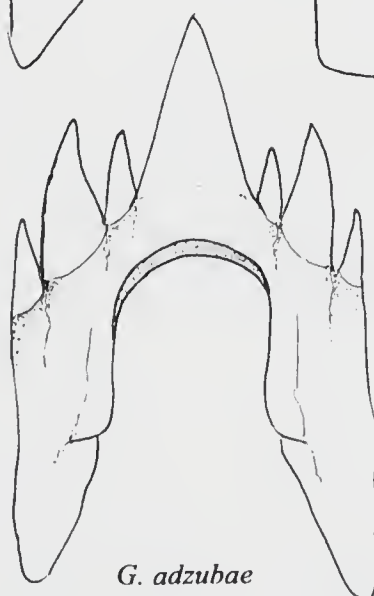
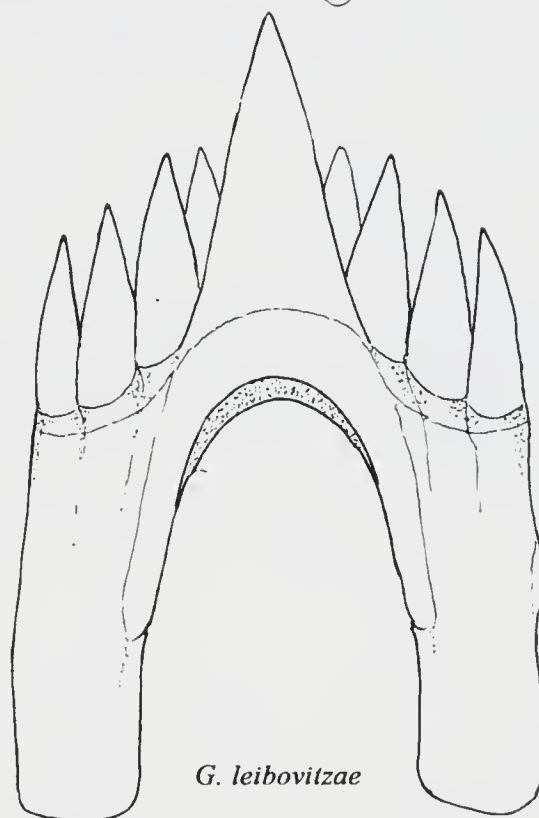
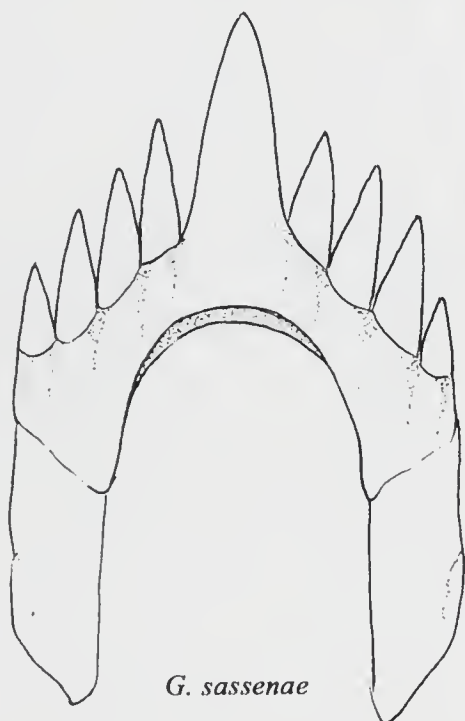
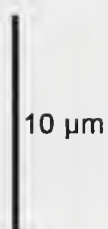
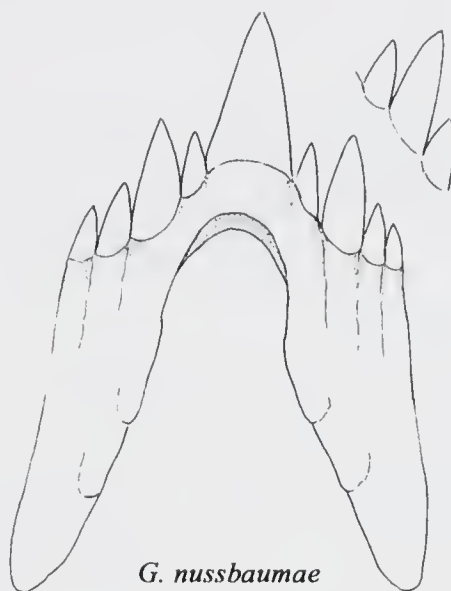
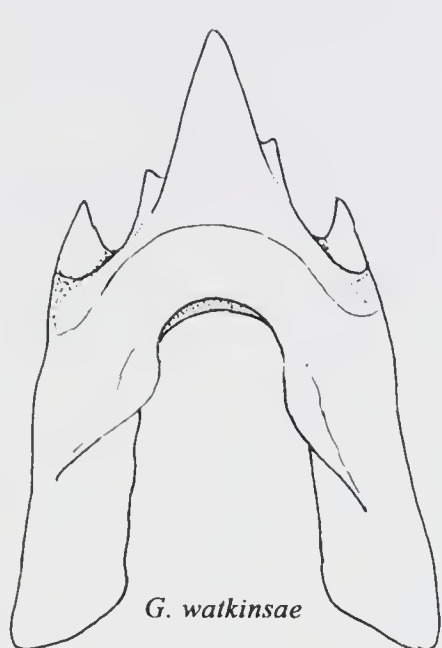


Lámina 18.- Aspecto de los dientes radulares.

Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de Puerto Rico, Cuba, México y los Cayos de la Florida

Espinosa¹, J. & Ortea^{2,3}, J.

¹ Instituto de Oceanología, Avda. 1ª nº 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba
jespinosa@ceniai.inf.cu.

² Departamento BOS, Universidad de Oviedo, España

³ Calle Calzada 1209, entre 18 y 20, La Habana, Cuba

RESUMEN

Se describen 41 nuevas especies de la familia Marginellidae de la provincia caribeña, incluidas en los géneros *Dentimargo* Cossmann, 1899 (3 spp.), *Eratoidea* Weinkauff, 1879 (1 sp.), *Hyalina* Schumacher, 1817 (2 spp.), *Prunum* Hermannsen, 1852 (5 spp.) y *Volvarina* Hinds, 1844 (30 spp.). De las cuales 34 proceden de Cuba, 5 de la Península de Yucatán (México), una de Puerto Rico y otra de los Cayos de La Florida.

Palabras clave: Mollusca, Marginellidae, *Dentimargo*, *Eratoidea*, *Hyalina*, *Prunum*, *Volvarina*, nuevos taxones, Atlántico Oeste.

ABSTRACT

Forty-one new species of the family Marginellidae, including in the genres *Dentimargo* Cossmann, 1899 (3 spp.), *Eratoidea* Weinkauff, 1879 (1 sp.), *Hyalina* Schumacher, 1817 (2 spp.), *Prunum* Hermannsen 1852 (5 spp.) and *Volvarina* Hinds, 1844 (30 spp.) are described from the Caribbean Province. Of these 34 are from Cuba, 5 of the Yucatan Peninsula (Mexico), one of Puerto Rico and one of the Florida Keys.

Key words: Mollusca, Marginellidae, *Dentimargo*, *Eratoidea*, *Hyalina*, *Prunum*, *Volvarina*, new taxa, West Atlantic.

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la familia Marginellidae en la provincia Caribeña (*sensu* WAMKE & ABBOTT, 1961) se ha incrementado sustancialmente en los últimos 25 años, gracias a la adición de nuevos taxones de Cuba (SARASÚA, 1989, 1992; ESPINOSA &

ORTEA, 1995, 1998, 1999a y b, 2002a y b, 2003, 2004, 2005, 2007a, b, 2008, 2013a y b, 2014; ESPINOSA, ORTEA & MORO, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2013 y de diferentes localidades caribeñas (BOYER, 2000, 2001; ESPINOSA & ORTEA, 2000, 2002, 2012, 2013; MAGAÑA, ESPINOSA & ORTEA., 2003; GARCÍA, 2006; CABALLER, ORTEA & ESPINOSA 2009, COSSIGNANI, 2009; MCCLEERY, 2011 y ORTEA, 2014, entre otros).

En el presente artículo se dan a conocer 41 nuevas especies de la familia Marginellidae de Cuba, Puerto Rico, la península de Yucatán y los cayos de La Florida, pertenecientes a los géneros *Dentimargo* Cossmann, 1899 (3 especies), *Eratoidea* Weinkauff, 1879 (1 especie), *Hyalina* Schumacher, 1817 (2 especies) *Prunum* Hermannsen, 1852 (5 especies) y *Volvarina* Hinds, 1844 (30 especies).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La mayor parte del material usado en las descripciones, fue recogido durante campañas o colectas puntuales desarrolladas durante más de 30 años en el Mar Caribe; otra parte procede de donaciones de particulares y de la revisión de colecciones antiguas y actuales. Las muestras fueron obtenidas por búsqueda directa en todo tipo de ecosistemas marinos y en los remotes de raspados y cepillados en sustratos rocosos, desde la orilla hasta los 40 m de profundidad.

El criterio de tamaño utilizado en las descripciones es el siguiente: concha **diminuta**, hasta 2'4 mm; **pequeña** mayor, de 2'4 mm y hasta 6'0 mm; **mediana**, mayor de 6'0 mm y hasta 13 mm; **grande** (larga), mayor de 13 mm y hasta 25 mm; y **muy grande**, superior a 25 mm. Siguiendo a Ortea (1972, 2014) se utiliza el *Índice de desarrollo* (**Id**) dado por el cociente entre la longitud (L) y la anchura de la concha (A), ($Id=L/A$). De acuerdo con dicho índice, las conchas serían **muy anchas** cuando su **Id** es menor de 2; **anchas** entre 2 y 2'4, **estrechas** entre 2'4 y 2'8 y **muy estrechas** si es más de 2'8. Dicho **Id** debe ser entendido como un carácter más, establecido al menos a partir del material tipo; su rango de variabilidad (varianza) solo se puede calcular cuando el material es abundante, excluyendo las conchas inmaduras o de labro filoso.

Otro carácter cuantificable incluido en las descripciones es el ángulo del vértice de la concha (**Av**), establecido a partir de los lados de la espira que convergen en él; ha sido medido evitando la interferencia del labro y redondeado a la decena más próxima. Según dicho ángulo las espiras pueden ser agudas (-90°), rectas ($=90^\circ$) y obtusas ($+90^\circ$).

Se dice que una espira es **muy corta** cuando mide menos del 5 % del largo total de la concha, **corta** entre el 5 % y el 10 %, **extendida** entre el 11 % y el 20 %, y **muy extendida** cuando supera el 20° del largo total de la concha.

Todos los holotipos de las nuevas especies han sido depositados en la colección malacológica del Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba.

3. SISTEMÁTICA

Clase GASTROPODA

Subclase PROSOBRANCHIA

Orden NEOGASTROPODA

Familia MARGINELLIDAE Fleming, 1828

Género *Dentimargo* Cossmann, 1899

***Dentimargo caribbaeus* especie nueva**
(Lámina 1A)

Material examinado: Más de 20 conchas recolectadas en la playa Rancho Luna (localidad tipo), Cienfuegos, Cuba, en fondo con arrecifes coralinos, entre 15 y 18 m de profundidad. Holotipo: (3'75 mm de largo y 1'9 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño y de forma bicónica muy ancha ($Id = 1'97$), marcadamente aguzada hacia sus extremos, con ambos lados convexos (en vista ventral) y sin escultura notable sobre su superficie. Espira es muy extendida (37'6 %), estrecha y aguda ($Av = 50^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 62'4 % del largo total de la concha. La abertura es alargada y estrecha; el labio palatal o *labrum*, está reforzado por la várice palatal, la cual es moderadamente ancha y algo engrosada, con 8-9 denticulos internos, los siete posteriores más marcados, sobre todo el último. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos posteriores más desarrollados que los dos anteriores, sobre todo que el primero anterior que es el más pequeño de todos. Color blanco algo translúcido. Animal desconocido.

Etimología: Gentilicio alusivo al Mar Caribe, en cuya porción occidental de la costa sur de Cuba, en Cienfuegos, se encuentra su localidad tipo.

Discusión: Por el tamaño y la forma general de su concha, *Dentimargo caribbaeus*, especie nueva, puede ser comparada con *D. habanensis* Espinosa, Ortea & Moro, 2011 (3'68 × 1'84 mm), de La Habana, Cuba, la cual es proporcionalmente más estrecha ($Id = 2'0$), con la espira más alargada y la última vuelta más corta (57 % del largo total de la concha) y pliegues columelares desiguales. Las diferencias con otras especies conocidas del género son aún más marcadas (consúltase BAVAY, 1922; ABBOTT, 1974; LIPE, 1991; ESPINOSA & ORTEA, 2003, 2004, 2013; ESPINOSA, ORTEA & MORO, 2010, 2011, entre otros).

***Dentimargo kicoi* especie nueva**
(Lámina 1B)

Material examinado: Varias conchas y ejemplares vivos recolectados en Caldera (localidad tipo), al noroeste de Guanabo, La Habana, Cuba, en un fondo con arrecifes coralinos, entre 12 y 18 m de profundidad. Holotipo: (3'2 mm de largo y 1'72 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño y forma bicónica muy ancha (Id= 1'86), aguzada hacia sus extremos, con ambos lados convexos (en vista ventral) y sin escultura notable superficial. Espira muy extendida (30 %), ancha y aguda (Av= 55°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 70 % del largo total de la concha. La abertura es alargada y estrecha; el labio palatal está reforzado por la várice palatal, la cual es algo estrecha y engrosada, con siete denticulos internos, de los cuales el posterior es el más marcado. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos centrales más desarrollados que el anterior y el posterior, sobre todo que el primero anterior que es el menos marcado de todos. Color blanco algo translúcido. Por transparencia de la concha, el animal retraído en su interior tiene grandes manchas rojas.

Etimología: Nombrado en honor del Ing. Ernesto Morales Acuña (Kico), participante en muchas de nuestras campañas de inventario de moluscos marinos cubanos.

Discusión: Por su tamaño y forma general, *Dentimargo kicoi*, especie nueva, puede ser comparada con *Dentimargo bavayi* Espinosa, Ortea & Moro, 2010, del este de Cayo Cruz del Padre, en la costa norte de Matanzas, Cuba, de la cual difiere por tener la última vuelta más extendida, la espira más corta, la varice postlabral menos engrosada con un menor desarrollo de sus denticulos palatales y unos pliegues columelares menos marcados y algo más separados.

***Dentimargo mayabequensis* especie nueva**
(Lámina 1C)

Material examinado: Dos conchas recolectadas en sedimentos extraídos frente a la Estación Biológica del Área Protegida Boca de Canasí, Puerto Escondido (localidad tipo), provincia Mayabeque, en un fondo con arrecifes coralinos, entre 12 y 16 m de profundidad. Holotipo: (2'8 mm de largo y 1'6 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño y forma bicónica muy ancha (Id= 1'75), discretamente aguzada hacia sus extremos, con ambos lados convexos (en vista ventral) y sin escultura notable en su superficie. Espira muy extendida (29 %) y ancha (Av= 60°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, redondeada y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 71 % del largo total de la concha. La abertura es alargada y estrecha, con el labio palatal reforzado por una várice ancha y algo engrosada, con siete denticulos internos, de los cuales el posterior es el más marcado. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos posteriores más desarrollados que los dos anteriores. Color blanco algo translúcido. Animal desconocido.

Etimología: Gentilicio alusivo a la provincia Mayabeque, donde se encuentra ubicada la localidad tipo de esta nueva especie.

Discusión: Por su forma bicónica muy ancha y su espira corta, *Dentimargo mayabequensis*, especie nueva, no guarda relación con ninguna otra especie cubana del género (véase ESPINOSA, ORTEA & MORO, 2010 y 2011).

Eratoidea jaumei especie nueva
(Lámina 1D)

Material examinado: Una concha recolectada en la Playa del Chivo (localidad tipo), al este de la entrada del puerto de La Habana, municipio Habana del Este, La Habana, Cuba. Holotipo: (6'9 mm de largo y 4'3 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de forma bicónica muy ancha ($Id = 1'60$), discretamente aguzada hacia sus extremos, con ambos lados convexos (en vista ventral) y con escultura axial muy débil, casi imperceptible, sobre su superficie, formada por ligeras ondulaciones y líneas axiales, más visibles hacia el área subsutural de la última vuelta. La espira es saliente, extendida (13'2 %) ancha y recta ($Av = 90^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande y redondeada es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 86'8 % del largo total de la concha. La abertura es alargada y relativamente ancha en su porción media y posterior; el labio palatal está reforzado por una ancha y engrosada várice, con 12 dentículos internos, los posteriores más marcados que los anteriores. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos centrales más desarrollados que el anterior y posterior a ellos, sobre todo el segundo anterior que es el mayor de todos. Color blanco. Animal desconocido.

Etimología: Nombrado en honor de Miguel Luís Jaume García (1905-1990), profesor, colega y amigo, quien a mediados de la década de 1980 nos cedió el ejemplar aquí descrito para su estudio, junto con otro de *Eratoidea watsoni* (Dall, 1881), recolectado en Cuba por la Expedición del Atlantis (estación 36-E; $12'25 \times 8,05$ mm; Figura 1).

Discusión: Las características generales de la concha de *Eratoidea jaumei*, especie nueva, la sitúan dentro del grupo de especies de *Eratoidea margarita*, *sensu* McCLEERY (2011), y en particular la relacionan con su especie tipo *E. margarita* (Kiener, 1834), cuyo lectotipo ($7,7 \times 5,1$ mm) es comparativamente más ancho ($Id = 1'50$), con los dentículos palatales más desarrollados y sus pliegues columelares menos engrosados. La tercera especie del grupo, *E. lozii* McCleery, 2011, de Bay Islands, Guanaja, Honduras, es más pequeña (holotipo= $4'70 \times 2'75$ mm) y de proporciones diferentes ($Id = 1'70$). Otros dos ejemplares ilustrados por McCleery (2011) como *E. margarita* forma A ($6'06 \times 3'69$ mm; $Id = 1'64$) y forma B ($7'49 \times 4'64$ mm; $Id = 1'61$), son de espira más estrecha y extendida.

Este es el primer registro de una especie del grupo *E. margarita* para el Golfo de México, cuya distribución conocida abarcaba solamente algunas localidades del Mar Caribe oriental (véase MC CLEERY, 2011).

El ejemplar tipo de *E. jaumei*, especie nueva, le fue cedido a Jaume, por Manuel Sánchez Alfonso, quien durante mucho tiempo estuvo al cuidado de la colección del Instituto de Segunda Enseñanza de La Habana, donde se encontraba depositada la colección de Rafael Arango y Molina (1837-1893); es probable que este ejemplar procediera de dicha colección por ser la playa del Chivo una localidad citada con frecuencia por ARANGO (1878-80), autor que registra para Cuba a *E. haematita* (Kiener, 1834) y *E. striata* (So-

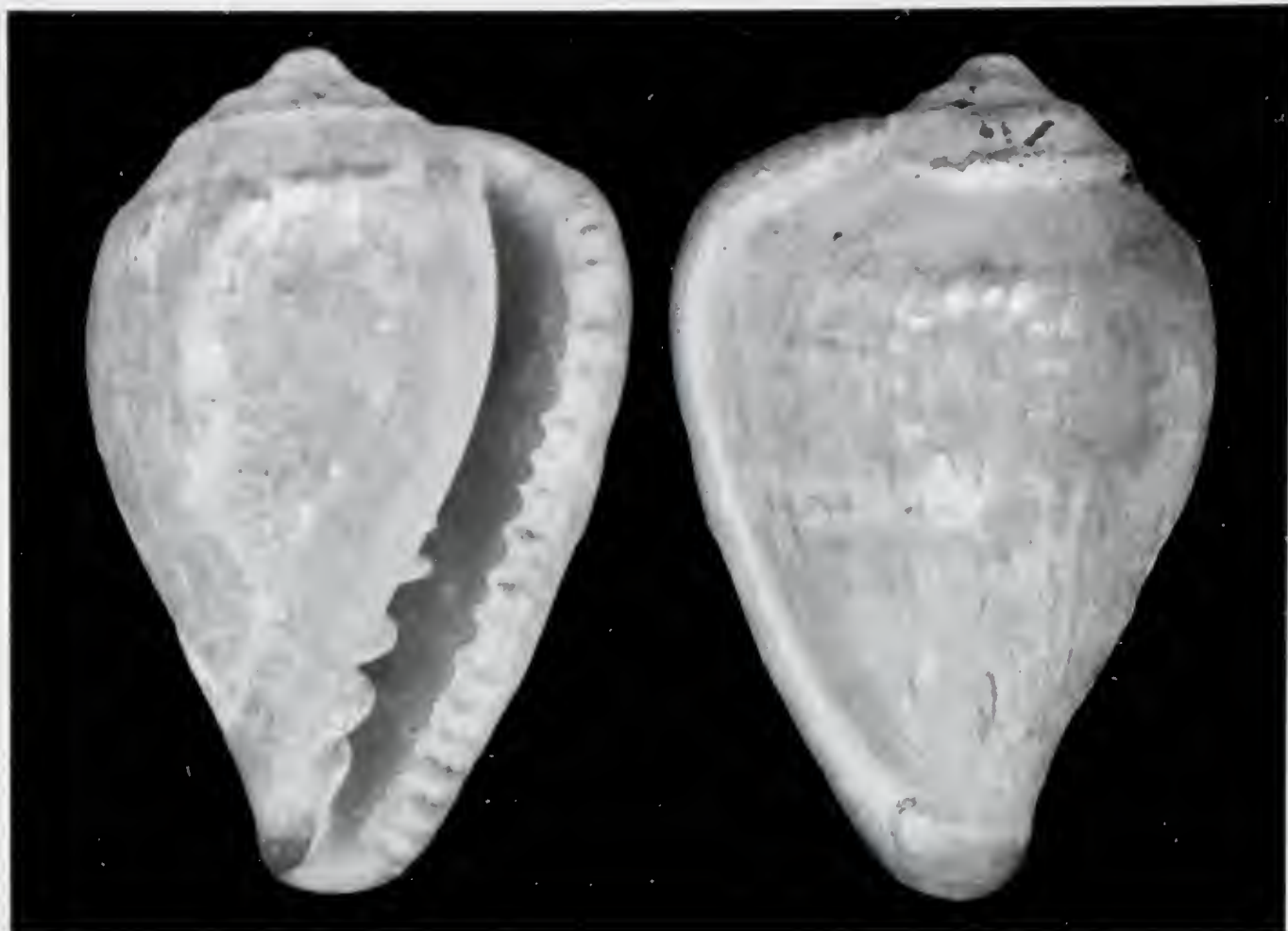


Figura 1.- *Eratoidea watsoni* (Dall, 1881), Cuba (12'25 × 8,05 mm).

werby, 1846), actualmente sinónimo de *E. sulcata* (d'Orbigny, 1842), especies que nunca hemos recolectado ni visto en las colecciones procedentes de las costas cubanas, en los casi 40 años dedicados al estudio de la familia Marginellidae en Cuba.

Género *Hyalina* Schumacher, 1817

***Hyalina angelquirosi* especie nueva**
(Lámina 2A)

Material examinado: Tres conchas y un ejemplar recolectado vivo en el cayo Caimán de la Bella (localidad tipo), Parque Nacional Los Caimanes, Caibarién, Villa Clara, Cuba. Holotipo: (8'4 mm de largo y 3'15 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano comparada con otras especies antillanas del género, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y muy ancha ($Id = 1'97$), con el lado izquierdo ligeramente convexo y el derecho casi recto (en vista oral). Espira muy corta (4'4 %), poco saliente y obtusa ($Av = 145^\circ$), formada por dos vueltas, de las cuales la primera, grande, redondeada y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 95'6 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada y algo ensan-

chada, sobre todo en su porción anterior desde la altura de los pliegues columelares; el labio externo es simple y algo engrosado, insertado en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los centrales más desarrollados que los de los extremos, sobre todo el segundo anterior que es el mayor de todos. Concha de color blanco rosado, translúcido, casi uniforme. Animal sin datos de coloración.

Etimología: Dedicada a nuestro amigo y colega Ms. Ángel Quirós Espinosa, Director del Parque Nacional Los Caimanes, compañero de varias campañas científicas y pesquerías submarinas desde los tiempos de la universidad hasta la actualidad.

Discusión: Por la forma y el tamaño de su concha, *Hyalina angelquiroi*, especie nueva, debe ser discutida con *H. oscaritoi* Espinosa, Ortea & Moro, 2010 (8'8 × 4'2 mm), de Playa Flamenco, Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba, la cual es comparativamente más estrecha (Id= 2'09), con la espira más corta, el labio externo menos engrosado y con una constricción columelar más pronunciada, que separa los dos pliegues columelares anteriores de los posteriores. Las diferencias con otras especies cubanas y caribeñas del género son mucho más marcadas (véase COAN & ROTH, 1976; ESPINOSA & ORTEA, 1999, 2002, 2003, 2013; ESPINOSA, ORTEA & MORO, 2010).

Sin fundamentos sustentados BOYER (2015) incluye a las dos especies caribeñas con conchas más extremas, la relativamente más estrecha y la más ancha, *H. chicoi* Espinosa & Ortea, 1999 (9'3 × 4'1 mm; Id= 2'41), de Manzanillo, Limón, Costa Rica y *H. moolenbeeki* Espinosa & Ortea, 2012 (11'5 × 6 mm; Id= 1'91), de L'Oeil, Port-Louis, Guadalupe, Antillas Menores, en la sinonimia de *H. pallida* (Linnaeus, 1758), cuyo neotipo (15,3 × 7 mm; Id= 2'18), sin localidad tipo definida (West Indias), fue establecido por COAN & ROTH (1976). BOYER (2015) no tiene en cuenta las diferencias que existen entre las conchas de estas especies, ni entre la coloración de los animales de *H. chicoi* y *H. moolenbeeki* y el animal de Islas Vírgenes asociado a *H. pallida* por COAN & ROTH (1976) y por él mismo (fig. 10); además (BOYER, 2015, figuras 5-6, 7 y 8) ilustra la concha y un animal vivo de *Hyalina buskei* Espinosa y Ortea, 2013 de Martinica que determina, sin explicación, como *H. moolenbeeki* de Guadalupe, pero no figura las conchas de Martinica de 10 y de 6 mm, de las que Emilio Rolán obtuvo las rádulas que se atribuyen a *Hyalina pallida*, carácter que cambiaría la definición del género; por todo ello, no es posible realizar una discusión adecuada sin nuevos estudios anatómicos propios, que se alejan de los objetivos de este trabajo. No deja de ser sorprendente que las especies que BOYER (2015) sinonimiza con *H. pallida* (Id=2'18) sean los congéneres más opuestos, en cuanto a forma y proporciones de la concha, en el conjunto de especies caribeñas: *H. moolenbeeki*, concha muy ancha, Id=1'91 / *H. chicoi*, concha estrecha, Id= 2'41, (Figura 2).

***Hyalina aurorae* especie nueva**
(Lámina 2B)

Material examinado: Una concha y un ejemplar recolectado vivo en la zona trasera de la meseta arrecifal de Puerto Morelos (localidad tipo), Quintana Roo, México, entre 1 y 2 m de profundidad. Holotipo (10'2 mm de largo y 4'65 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

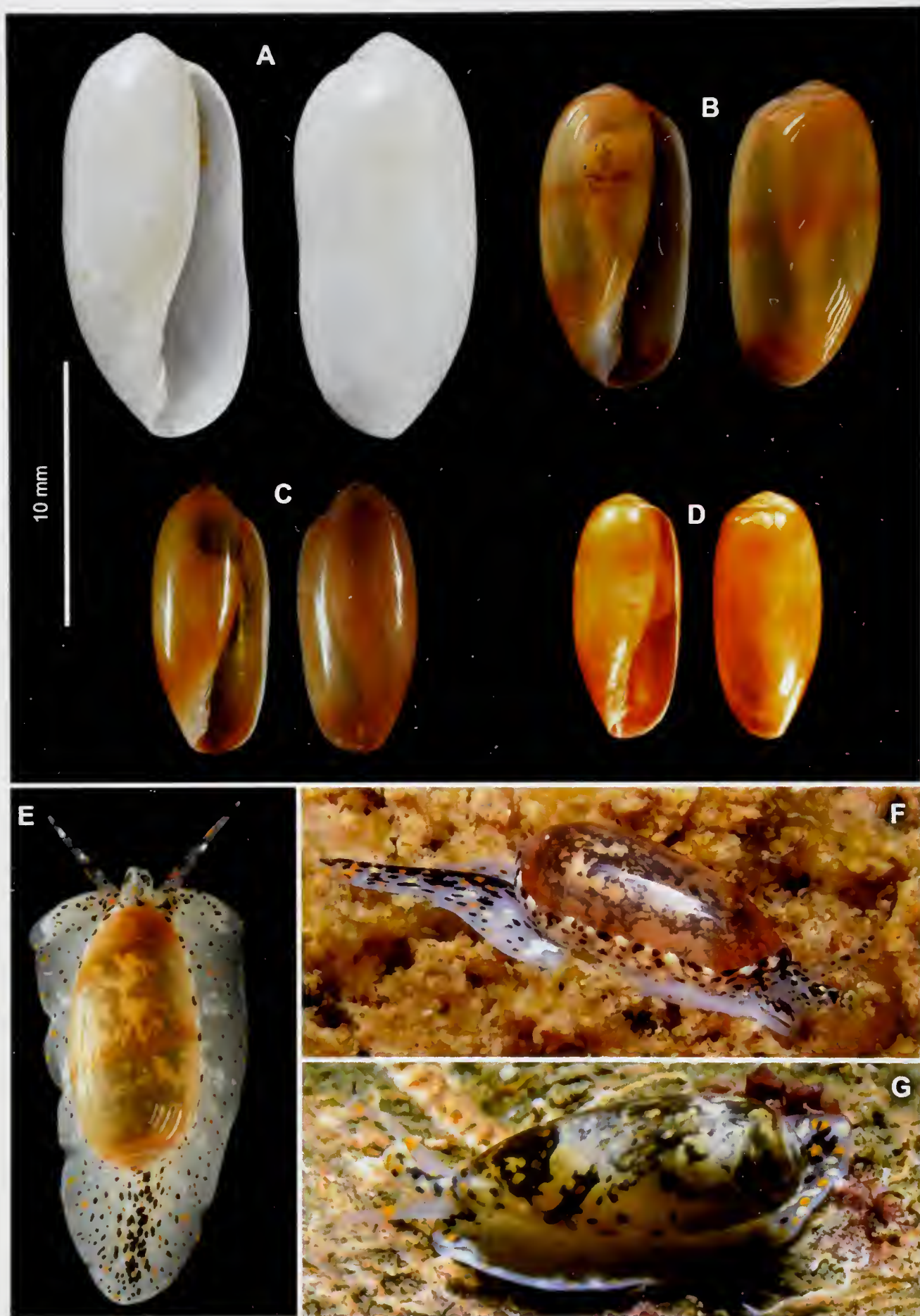


Figura 2.- Conchas de: (A) *Hyalina pallida* (15.3×7), (B) *H. moolenbeeki* (11.5×6), (C) *H. buskei* (10.25×4.4) y (D) *H. chicoi* (9.3×4.1). Animales vivos de: (E) *H. moolenbeeki*, (F) *H. buskei* y (G) *H. chicoi*, no se conoce el de *H. pallida*. Obsérvense los disímiles patrones de coloración que presentan los tentáculos de las tres especies.

Descripción: Concha de tamaño mediano comparada con otras especies antillanas del género, lisa y brillante, subcilíndrica alargada y ancha ($Id = 2'19$), con el lado izquierdo ligeramente convexo y el derecho casi recto en su porción central (en vista oral). Espira corta ($6'2\%$), apenas saliente y obtusa ($Av = 150^\circ$), formada por dos vueltas, de las cuales la primera, relativamente pequeña y poco elevada, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el $93'8\%$ del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, algo estrecha en su porción posterior y bien ensanchada en la anterior; el labio externo es simple, poco engrosado, pero no cortante, insertado en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente. Columnela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los dos primeros los más desarrollados, sobre todo el segundo anterior que es el mayor de todos. Concha de color blanco violáceo muy pálido y algo translúcido, con tres anchas bandas espirales de color pardo naranja, muy pálidas y apenas visibles a simple vista en la parte dorsal de la última vuelta, una subsutural, otra media y la tercera anterior. Animal sin datos de su morfología externa.

Etimología: Dedicada a la bióloga. Aurora González, como reconocimiento a su labor de curadora de la Colección Malacológica “María Guadalupe López Magallón” de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas en el Instituto Politécnico Nacional de México

Discusión: COOVERT & COOVERT (1995) cifran en tres las especies del género *Hyalina* en el Atlántico Oeste, sin nombrarlas; número que coincide con el de BOYER en COSIGNANI, (2006, p.149-153) de las cuales solo *H. pallida* (Linnaeus, 1758) se hallaría en la provincia caribeña, por ser *Hyalina borroi* Espinosa y Ortea, 1998, una especie de *Volvarina* (ver ESPINOSA & ORTEA, 1999c) y por hallarse la tercera de ellas, *H. tenuilabra* (Tomlin.1917), en el Brasil.

Desde la descripción de *H. cubensis* Espinosa & Ortea, 1999, y hasta la fecha, con la incorporación de los dos taxones que aquí se describen, ya son trece el número de especies caribeñas de *Hyalina*, todas con una distribución geográfica restringida y limitada, hasta el momento, al territorio inmediato a su localidad tipo aunque BOYER (2015) afirma que *H. pallida*, especie tipo del género, se distribuye por todo el Caribe, un hecho incompatible con el desarrollo directo (datos propios) de estos animales de aguas someras (1-10 m) y que es un animal con rádula, en contra de la definición del género de COAN & ROTH (1966) y COOVERT & COOVERT (1995).

Cuando se desconocen la coloración y la anatomía de los animales vivos, la separación de taxones o a partir de la concha se hace más compleja, por lo que hemos agrupado a las especies caribeñas según el valor de su *Índice de desarrollo (Id)*, conscientes de las limitaciones de usar un valor establecido en relación al tipo, del que se desconoce su variabilidad con la talla y en el conjunto de la población, pero que no por ello deja de ser un valor comparativo al ser medido igual en todas las especies.

Id (longitud/anchura) menor de 2. (conchas muy anchas)

- *H. nelsyae* Caballer, Espinosa & Ortea, 2013 ($14,2 \times 7,45$ mm; $Id = 1'90$), de la Isla de Aves, Venezuela.
- *H. moolenbeeki* Espinosa & Ortea, 2012 ($11'5 \times 6'0$ mm; $Id = 1'91$), de L'Oeil, Port-Louis, Guadalupe, Antillas Menores,

- *H. valleii* Espinosa & Ortea, 2002 (6'65 × 3'45 mm; Id= 1'92), de cayo La Grifa, Golfo de Batabanó, Cuba.
- *H. dearmasi* Espinosa & Ortea, 2003 (5'5 × 2'8 mm, Id= 1'96), de los Cayos de la Leña, península de Guanahacabibes, Cuba.
- *H. angelquiroi*, descrita previamente (8'4 × 3'15 mm, Id= 1'97), de Caimán de la Bella, Parque Nacional Los Caimanes, Caibarién, Villa Clara, Cuba

Id entre 2'00 y 2'20.

- *Hyalina oscarittoi* Espinosa, Ortea & Moro, 2010 (8'8 × 4'2 mm, Id= 2'09), de playa Flamenco, Cayo Coco, Cuba,
- *H. redferni* Espinosa & Ortea, 2002 (5'75 × 2'72 mm; Id= 2'11), de Abaco, Las Bahamas.
- *H. pallida* (Linné, 1758) especie tipo del género, (15,3 × 7'0 mm, Id= 2'18) localidad tipo Indias Occidentales.
- *H. auroae*, especie nueva (10'2 × 4'65 mm, Id= 2'19), de Puerto Morelos, Quintana Roo, México.

Id mayor de 2'20.

- *H. cubensis* Espinosa & Ortea, 1999 (9'1 × 4'0 mm, Id= 2'27), playa Baracoa, Bauta, Artemisa, Cuba
- *H. surcaribe* Ortea & Moro, 2010 (11'4 × 5'0 mm, Id= 2'28), de playa Rancho Luna, Cienfuegos, Cuba,
- *H. buskei* Espinosa & Ortea, 2013 (10'25 × 4'4 mm, Id= 2'32), de Martinica, Antillas Menores
- *H. chicoi* Espinosa & Ortea, 1999 (9'3 × 4'1 mm; Id= 2'41), de Manzanillo, Limón, Costa Rica.

De acuerdo con la relación anterior, solo la especie tipo del género, *H. pallida* (Id= 2'18), tiene unas proporciones parecidas a las de *H. auroae*, especie nueva (Id= 2'19), por lo que intentamos asociarla con ella en busca de una neo-localidad tipo asociada a un punto geográfico, pero dicha especie es de tamaño mayor (15,3 × 7'0 mm), tiene la espira extendida, el labio externo sinuoso en su porción media y posee una marcada constricción a nivel de sus pliegues columelares (véase COAN & ROTH, 1976, CABALLER *et al.*, 2013 y BOYER, 2015).

Prunum carneum (Storer, 1837)
(Lámina 2D)

Marginella carnea Storer, 1837, *Boston Journal of Natural History*, 1: 465.

Aunque esta especie fue registrada para Cuba por ARANGO (1878-80), su presencia en la fauna cubana fue repudiada por ESPINOSA *et al.* (2010). De 18 a 20 mm de largo, según JOHNSON (1934), ABBOTT (1974), LIPE & ABBOTT (1981), ABBOTT & DANCE (1982) y LIPE (1991), se distribuye por el sureste de la Florida (coloración más probable) y las Indias Occidentales, aunque en esta última área el nombre parece que incluye a un grupo de especies relacionadas morfológicamente, pero diferentes, tres de las cuales se describen a continuación. LIPE & ABBOTT (1981) y ABBOTT & DANCE (1982) ofrecen ilustraciones de la coloración del animal vivo que facilitan la correcta identificación de esta especie.

Prunum arangoi especie nueva
(Lámina 2C)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos frente a la playa de Varadero (localidad tipo), Matanzas, Cuba, en fondo rocoso con macrovegetación bentónica, entre 8 y 10 m de profundidad. Holotipo (14'75 mm de largo y 9'2 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño grande y de forma bicónica algo subovada; muy ancha ($Id = 1'6$) hacia su porción posterior y más estrecha en la anterior, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). Espira corta (9 %), algo saliente y obtusa ($Av = 110^\circ$), cubierta en su totalidad por los callos post-labral y parietal, lo que impide la determinación del número de vueltas; la última vuelta ocupa el 91 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada y estrecha en casi toda su extensión, ensanchándose algo en su porción anterior, a la altura de los pliegues columelares; el *labrum* es ancho y engrosado, sin dentículos perceptibles en su borde interno libre. Los callos parieto-columelar y post-labral están bien desarrollados y extendidos hacia la zona apical de la concha. Columela con cuatro pliegues desiguales bien marcados, los anteriores más desarrollados que los posteriores, siendo el primero el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado pálido, con tres anchas bandas espirales anaranjadas en la última vuelta, una subsutural, otra media y la tercera en el extremo anterior de la concha, las dos últimas delimitan una banda clara espiral, relativamente estrecha; el *labrum*, el amplio callo parieto-columelar y los pliegues columelares son blancos, mientras que la espira tiene el mismo color de fondo de la concha. Sin datos del animal vivo.

Etimología: Nombrado en honor de Rafael Arango y Molina (1837-1893), reconocido como el más notable malacólogo cubano de todos los tiempos y el primero en registrar *P. carneum* para Cuba, con la cual se discute la nueva especie aquí propuesta.

Discusión: Por su tamaño, forma general y el patrón de coloración de la concha, *Prunum arangoi*, especie nueva, debe ser comparado con *P. carneum*, de la cual difiere por su tamaño más pequeño y forma más oval, con el labio externo no elevado en su porción posterior, carecer de denticulos palatales internos marcados y un menor desarrollo de sus pliegues columelares.

***Prunum hunabi* especie nueva**
(Lámina 3A)

Prunum carneum Espinosa & Ortea, 2003, *non* Storer, 1837, *Avicennia* 16, pág. 148, lám. 1, fig. C.

Material examinado: Tres ejemplares recolectados vivos en la zona trasera de la meseta arrecifal de Puerto Morelos (localidad tipo), Quintana Roo, México, entre 1 y 2 m de profundidad. Holotipo (18'05 mm de largo y 11'3 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño grande y de forma sub-ovalada, muy ancha (Id= 1'59) hacia su porción posterior y más estrecha en la anterior, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). Espira corta (6 %), poco saliente y obtusa (Av= 130°), completamente cubierta por los callos postlabral y parietal, lo que impide la determinación del número de vueltas; la última vuelta ocupa el 94 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción media y ensanchada hacia los extremos, sobre todo en su porción anterior, a partir de los pliegues columelares; el *labrum* es ancho y engrosado, sin denticulos perceptibles en su borde interno libre; callos post-labral y parieto-columelar bien desarrollados y extendidos hacia la zona apical de la concha. Columela con cuatro pliegues desiguales bien marcados, siendo el segundo anterior el más desarrollado. Color de fondo blanco rosado pálido, con tres anchas bandas espirales de color salmón en la última vuelta, una subsutural, una media y la otra hacia el extremo anterior de la concha, las dos últimas delimitan una banda clara espiral, estrecha y bien marcada; el labro, el amplio callo parieto-columelar y los pliegues columelares son blancos, con la espira del mismo color de fondo de la concha. Sin datos del animal vivo.

Etimología: Dedicado a Hunab o Hunab Ku, dios supremo de los mayas, cuyo corazón y mente está en el centro del universo y sólo a través del sol pueden comunicarse con él.

Discusión: Por su tamaño grande y el patrón de coloración, *Prunum hunabi*, especie nueva, fue confundida por ESPINOSA & ORTEA (2003) con *P. carneum* y posiblemente también por VOKES & VOKES (1983) y GARCÍA-CUBAS & REGUERO (2004), del cual difiere por su forma más oval, con el labio externo no elevado en su porción anterior, sin denticulos internos marcados, y en la disposición y desarrollo de sus pliegues columelares.

Prunum poeyi especie nueva
(Lámina 3B)

Material examinado: Tres ejemplares recolectados vivos frente a la playa de Varadero (localidad tipo), Matanzas, Cuba, en fondo rocoso con macrovegetación bentónica, entre 8 y 10 m de profundidad. Holotipo (14'7 mm de largo y 9'25 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño grande y forma bicónica algo sub-ovalada, muy ancha ($Id = 1'58$) hacia su porción posterior y más estrecha en la anterior, con el lado izquierdo convexo y el derecho de casi recto a ligeramente sinuoso en su porción media (en vista oral). Espira corta (8'4 %), algo saliente y obtusa ($Av = 120^\circ$), completamente cubierta por los callos postlabral y parietal, lo que impide la determinación del número de vueltas; la última vuelta ocupa el 91'6 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada y estrecha en casi toda su extensión, ensanchándose algo en su porción anterior, a partir de los pliegues columelares; el *labrum* es ancho y engrosado, sin denticulos perceptibles en su borde interno libre. Tanto el callo post-labral como el parieto-columelar están bien desarrollados y extendidos hacia la zona apical de la concha. Columela con cuatro pliegues desiguales bien marcados, los anteriores más desarrollados que los posteriores, sobre todo el primero que es el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado pálido, con tres anchas bandas espirales pardas anaranjadas en la última vuelta, una subsutural, otra media y la otra hacia el extremo anterior de la concha, sin delimitar una banda clara bien definida; el *labrum*, el amplio callo parieto-columelar y los pliegues columelares son blancos, mientras que la espira tiene un ligero tinte anaranjado hacia el área subsutural. No hay datos del animal vivo.

Etimología: Nombrada en honor del sabio naturalista cubano Don Felipe Poey y Aloy (1799-1891), pionero entre los malacólogos cubanos y destacado ictiólogo.

Discusión: Por la forma general de la concha, *Prunum poeyi*, especie nueva, debe ser comparada con *P. carneum*, del cual difiere por su tamaño menor, no tener el labio externo tan elevado en su porción posterior y sin denticulos internos notables, presentar menor desarrollo de sus pliegues columelares y carecer de la marcada banda espiral blanca en la mitad anterior de la última vuelta, carácter que también la distingue de *P. arangoi* y de *P. hunabi*, descritas anteriormente.

Prunum egmontensis especie nueva
(Lámina 3C)

Material examinado: Una concha dragada (Jim Moore, octubre de 1961) al oeste de Egmont Key, Florida (localidad tipo), entre 183 y 238 m de profundidad. Holotipo (12'25 mm de largo y 8'4 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño mediano y forma bicónica muy ancha ($Id = 1'46$), con ambos lados convexos (en vista oral). La espira es extendida (12'3 %), sa-

liente y obtusa ($Av= 110^\circ$), formada por unas tres vueltas, de las cuales la primera, grande y redondeada, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 87'7 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada y relativamente ancha en toda su extensión, sobre todo en su porción anterior, a partir de los pliegues columelares; el labio externo es algo ancho y engrosado, con esbozos de algunos dentículos muy irregulares y débiles en su borde interno libre. El callo postlabral está bien desarrollado, proyectándose sobre la penúltima vuelta de la espira. Columela con cuatro pliegues desiguales, grandes y gruesos, sobre todo los dos anteriores que son los más desarrollados y se disponen casi paralelos entre sí, al igual que los dos posteriores. Color de la concha blanco porcelana casi uniforme. Animal desconocido.

Etimología: Gentilicio derivado de su localidad tipo Egmont Key, Florida, Estados Unidos.

Discusión: En la etiqueta original este ejemplar fue erróneamente determinado como *Prunum cassis* (Dall, 1889), cuya localidad tipo es el oeste de Tortugas Key, Golfo de México, recolectado a 184,8 m (101 brazas) de profundidad, también registrado para Cuba en su descripción original. *P. cassis* es una especie de tamaño mayor ($15 \times 11'2$ mm), distinguida por su forma triangular, muy ancha ($Id= 1'33$), con el labio externo más elevado en su porción posterior y la abertura muy callosa, con dentículos marcados en su interior (lámina 3D), además, es de color carne claro, con tres manchas pardas sobre la parte dorsal del labio externo y otras dos en el canal anterior y el posterior (véase Dall, 1889). *P. egmontensis*, especie nueva, es de forma general más globosa y lados más redondeados, de color blanco porcelana y sin manchas pardas sobre el *labrum* y sus canales anterior y posterior.

Prunum goliath Espinosa, Ortea, & Moro, 2010, de aguas someras de la costa norte de la península de Guanahacabibes, Cuba, es de tamaño mayor ($14'1 \times 10$ mm), de espira más corta y forma más globosa, y posee un patrón de color muy llamativo.

COSSIGNANI (2006) ilustra dos ejemplares de *P. cassis*, ambos de 7 mm de largo procedentes de México, que no se corresponden con la figura original de esta especie; por la forma general de la concha, por presentar manchas en el *labrum* y por el ápice coloreado, dichos ejemplares parecen estar más relacionados con *P. apicinum* (Menke, 1828) que con *P. cassis*.

***Prunum ianusi* especie nueva**
(Lámina 3E)

Material examinado: Un ejemplar vivo y tres conchas recolectadas frente al reparto Alamar (localidad tipo), Habana del Este, La Habana, Cuba, en fondo coralino entre 12 y 15 m de profundidad. Holotipo ($5'75$ mm de largo y $3'0$ mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño pequeño y forma bicónica, muy ancha ($Id= 1'91$) hacia su porción posterior y más estrecha en la anterior, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). Espira muy extendida ($20'6$ %), ancha, saliente y obtusa ($Av= 110^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, redondeada y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la cuarta y última

vuelta ocupa el 79'4 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, muy estrecha en su porción posterior y algo más ensanchada en la anterior, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales bien marcados, los dos centrales más desarrollados que los de cada extremo, sobre todo el segundo que es el mayor de todos. Color de fondo blanco, algo translúcido y con un ligero tinte metálico por zonas, con tres anchas bandas espirales en la última vuelta, de color crema o blanco amarillento, muy pálidas y casi imperceptibles una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la concha; la espira es del mismo color que el resto de la concha, mientras los pliegues columelares y el labro son blancos. No hay datos del animal vivo.

Etimología: Dedicado a la deidad romana Ianus o Janus, dios de las puertas y los pasajes, quien representaba el paso de una cosa a otra, por haber sido recolectada a la entrada de una espaciosa solapa de su localidad tipo, transito entre la luz y la oscuridad.

Discusión: Por la forma general de la concha y su pequeño tamaño, *Prunum ianusi*, especie nueva, puede ser comparado con *P. niciezai* Espinosa & Ortea, 1998, del Reparto Flores, La Habana, Cuba, que presenta un patrón de color muy distintivo, blanco grisáceo con numerosas manchitas pardas (véase ESPINOSA *et al.* 2009).

Esta es la séptima especie que se describe de la espaciosa solapa de Alamar, localidad tipo de *Haplocochlias onaneyi* Espinosa, Ortea & Fernández-Garcés, 2004, *Rissoella ameliae* Ortea & Espinosa, 2004, *Rissoella zaidae* Ortea & Espinosa, 2004, *Prunum gijon* Espinosa & Ortea, 2005, *Clatrosansonina habanalarum* Espinosa, Ortea & Fernández-Garcés 2007 y *Volvarina alamarensis* Espinosa & Ortea, 2013.

Género *Volvarina* Hinds, 1844

Volvarina alayoni especie nueva
(Lámina 4A)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos en arrastres de bentos al norte de la Cucaña (localidad tipo), Isla de la Juventud, Golfo de Batabanó, Cuba, en fondo fangoso con *Thalassia testudinum*. Holotipo: (5'65 mm de largo y 2'5 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, lisa y brillante, sub-fusifor-me ancha (Id= 2'26), con el lado izquierdo mucho más convexo que el derecho o palatal (en vista oral). La espira es extendida (19'1 %), algo estrecha, saliente y recta (Av= 90°), formada por dos vueltas, de las cuales la primera, grande, redondeada y saliente, con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última ocupa el 80'9 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, algo estrecha en su porción más posterior y bien ensanchada en el resto, sobre todo a partir de los pliegues columelares; el labio externo es moderadamente ancho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, casi paralelos entre sí, los dos ante-

riores más desarrollados que los dos posteriores, sobre todo el primero, que es el mayor de todos. Color de fondo pardo naranja oscuro, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color blanco, las dos posteriores más marcadas; la espira es del mismo color que el resto de la concha, con una línea parda subsutural en sus vueltas; los pliegues columelares anteriores y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Sin datos del animal vivo.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Giraldo Alayón García, especialista en arácnidos antillanos del Museo Nacional de Historia Natural de La Habana y profesor de antropología en la Universidad Agraria de La Habana, colega y amigo.

Discusión: Por la forma, tamaño y patrón de coloración de su concha, *Volvarina alayoni*, especie nueva, puede ser incluida en el grupo de especies cubanas de *V. albolineata* (d'Orbigny, 1842), abordado por ESPINOSA & ORTEA (2013), en el que estaría relacionada con *V. columba* Espinosa, Ortea & Moro, 2010 (5'5 mm × 2'3 mm, Id= 2'39), de Punta Perdiz, Ciénaga de Zapata, Matanzas y *V. eratoae* Espinosa & Ortea, 2013 (5'5 × 2'4 mm; Id= 2'29), de El Salado, Bauta, Artemisa, de las cuales se diferencia por su concha más ancha y fusiforme, con la espira más extendida y aguzada y en la disposición y desarrollo de sus pliegues columelares.

Estas diferencias también la separan de las cuatro especies del grupo descritas por ORTEA (2014) de la Guadalupe, Antillas Menores,

***Volvarina bellamatancera* especie nueva**
(Lámina 4B)

Material examinado: Dos conchas recolectadas en arrastres de bentos al Norte de Cayo Blanco (localidad tipo), Reserva Ecológica Cayo Mono-Galindo, Matanzas, Cuba, en fondo arenoso con *Thalassia testudinum*. Holotipo: (4'5 mm de largo y 2'15 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, lisa y brillante, de forma bicónica ancha (Id= 2'09), con el lado izquierdo moderadamente convexo y el derecho recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (15'2 %), saliente y aguda (Av= 70°), formada por unas dos vueltas, de las cuales la primera, grande y redondeada, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 84'8 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, algo más estrecha en su porción posterior que en la anterior; el labio externo es estrecho y poco engrosado, insertado en la espira casi justo sobre la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores convergentes y más desarrollados que los dos posteriores paralelos, sobre todo el primero anterior que es el mayor de todos. Color blanco, casi opaco, cruzado en la última vuelta por cinco líneas espirales de color pardo naranja, una subsutural, tres en la porción media de la concha y la quinta en la región anterior; el labio externo y los pliegues columelares son de color blanco. Animal desconocido.

Etimología: Unión de bella, del latín *bellus*, gracioso, agradable con el gentilicio matancera, relativo a la provincia Matanzas, en la cual se encuentra su localidad tipo.

Discusión: Por su tamaño pequeño y por la presencia de cinco bandas espirales de color pardo naranja en la última vuelta, *Volvarina bellamatancera*, especie nueva, debe ser comparada con *V. isabelae* (Borro, 1946), de la costa norte de las provincias, La Habana, Mayabeque y Matanzas, Cuba, de tamaño similar ($4'3 \times 2'4$ mm), pero de forma mucho más ancha ($Id= 1'79$), con la espira más corta y obtusa ($Av= 100^\circ$), y los pliegues columelares más desarrollados, como se aprecia en el Holotipo (Lámina 4C).

Otras especies caribeñas con cinco bandas espirales de color en la última vuelta, *V. yolandae* Espinosa & Ortea 2000, del Mar Caribe de Costa Rica, *V. vittata* Espinosa, Ortea & Moro, 2010, de las Cuevas de Pedro, M^a la Gorda, Guanahacabibes, Cuba, *V. virginiae* Espinosa & Ortea, 2012, de Ilet Fortune, Guadalupe, *V. caballeri* Espinosa & Ortea, 2012, del Grand cul de Sac Marin, Guadalupe, *V. maestratii*, Espinosa & Ortea, 2012 de Anse à la Barque, Guadalupe, *V. meguidae* Ortea, 2014 de Basse-Terre, Bahie de Bouillante, Guadalupe y *V. zatzae* Ortea, 2014, de frente a Fajou, Guadalupe, difieren por sus formas y tamaños (véase BORRO, 1946; ESPINOSA & ORTEA, 2000, 2012; ESPINOSA *et al.*, 2010 y ORTEA, 2014).

***Volvarina ireneae* especie nueva**
(Lámina 4D)

Material examinado: Seis ejemplares recolectados vivos en el Bajo de Santana (localidad tipo), Santa Fe, Playa, La Habana, Cuba, en fondo areno rocoso, entre 0,8 y 1 m de profundidad. Holotipo ($6'4$ mm de largo y $3'0$ mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y ancha ($Id= 2'13$), con el lado izquierdo convexo y el derecho ligeramente sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es corta ($9'6\%$), ancha, apenas saliente y obtusa ($Av= 135^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande y redondeada, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el $90,4\%$ del largo total de la concha. La abertura es casi tan larga como la última vuelta, estrecha en su mitad posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es moderadamente ancho y poco engrosado, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales bien señalados, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos entre sí, siendo los dos primeros los más desarrollados y el segundo pliegue anterior el más marcado. Color de fondo avellana pálido, cruzado en la última vuelta por tres anchas bandas espirales de color pardo, una subsutural, otra media y la última hacia el extremo anterior de la concha; la banda central está a su vez delimitada por dos líneas más oscuras bien definidas; los pliegues columelares y el borde interno del labro son blancos.

El animal es de color blanco nívico opaco, con algunas manchitas rojas, grandes y casi redondeadas, sobre el sifón y en menor cantidad en los tentáculos.

Etimología: Nombrada en honor de la Licenciada Irene Rivero Tamayo, del Instituto de Oceanología, La Habana, colega, amiga y ferviente protectora de los ecosistemas marinos y costeros del Bajo Santana, Santa Fe, localidad tipo de esta nueva especie.

Discusión: Por el tamaño y la forma general de su concha, *Volvarina ireneae*, especie nueva, puede ser comparada con *V. borroi* (Espinosa & Ortea, 1998) ($6,7 \times 3,1$ mm), de La Habana, Cuba, la cual difiere por su concha algo más convexa y ancha ($Id = 2'16$), con la espira levemente más extendida y aguzada, de coloración menos intensa y con diferente disposición y desarrollo de sus pliegues columelares.

***Volvarina anamariae* especie nueva**
(Lámina 5A)

Material examinado: Cinco ejemplares recolectados vivos en el Bajo de Santana (localidad tipo), Santa Fe, Playa, La Habana, Cuba, en fondo areno rocoso, entre 0,8 y 1 m de profundidad. Holotipo (6'15 mm de largo y 3'0 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, algo delgada, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y ancha ($Id = 2'05$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en toda su porción media (en vista oral). La espira es corta (9'3 %), apenas saliente y obtusa ($Av = 120^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande y redondeada, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 90'7 % del largo total de la concha. La abertura es casi tan larga como la última vuelta y más estrecha en su mitad posterior; el labio externo es estrecho y poco engrosado, insertado en la espira encima de la sutura de la vuelta de la protoconcha, con el callo postlabral ligeramente visible. Columela con cuatro pliegues desiguales bien señalados, los dos anteriores mucho más desarrollados que los dos posteriores, siendo el cuarto posterior débil y casi interno; el segundo pliegue anterior es el más más desarrollado de todos. Color de fondo crema amarillento muy pálido y translúcido, con trazas de bandas espirales de color pardo amarillento pálido, en la última vuelta, una subsutural, otra media y la última hacia el extremo anterior de la concha; bandas que no producen manchas sobre el borde dorsal medio del labio externo; la banda subsutural forma una fina línea parda en la sutura de las vueltas de la espira; los pliegues columelares y el borde interno del labro son blancos.

Animal de color blanco níveo casi opaco, con dos manchitas pardo rojizas sobre el sifón, muy pálidas.

Etimología: Nombrada en honor de la Dra. Ana María Suárez, del Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de Las Habana, colega y amiga, profesora de varias generaciones de biólogos marinos cubanos y destacada investigadora de las macroalgas marinas de Cuba.

Discusión: Relacionada con la especie anterior por el tamaño y la forma general de su concha, *Volvarina anamariae*, especie nueva, se diferencia fácilmente por su concha más delgada y translúcida, con el labio externo casi recto en toda su porción media e insertado sobre la sutura de la protoconcha, por su patrón de color más pálido y por tener diferente disposición y desarrollo de sus pliegues columelares.

***Volvarina borinquensis* especie nueva**
(Lámina 5B)

Material examinado: Ocho conchas recolectadas (M. L. Jaume) en Puerto Rico (localidad tipo). Holotipo: (5'8 mm de largo y 2'75 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, delgada y de aspecto frágil, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y ancha ($Id = 2'10$), con el lado izquierdo suavemente convexo y el derecho recto en casi toda su extensión (en vista oral). La espira es corta (7'6 %), apenas saliente y obtusa ($Av = 110^\circ$), formada por dos vueltas, la primera grande y redondeada, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 92,4 % del largo total de la concha. La abertura es casi tan larga como la última vuelta, estrecha en su porción posterior, con el extremo ensanchado y más ancha en la anterior; el labio externo es estrecho y poco engrosado, insertado en la espira por encima de la sutura de la vuelta de la teleoconcha, con el callo postlabral ligeramente visible. Columela con cuatro pliegues desiguales bien señalados, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, sobre todo el primero que es el más marcado. Color de fondo blanco hielo, con insinuaciones de bandas espirales de color amarillo pardo muy pálido en la última vuelta, una subsutural, otra media y la última hacia el extremo anterior de la concha; bandas que producen manchas muy pálidas sobre el borde dorsal del labio externo; los pliegues columelares y el borde interno del *labrum* son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Gentilicio alusivo a Borinquén, nombre con el que también se conoce a la isla de Puerto Rico, su localidad tipo.

Discusión: Las características morfológicas de la concha de *Volvarina borinquensis*, especie nueva, no guardan relación con ningún congénere caribeño conocido, incluso ofrecen dudas sobre su ubicación genérica en *Hyalina* o *Volvarina*. Hemos optado por describirla en este último género por la forma de sus pliegues columelares y por la presencia de una várice postlabral, relativamente bien definida, aspecto del que carecen las especies de *Hyalina* establecidas hasta el presente.

Las conchas de los siete ejemplares restantes, comparten todas las características del holotipo aquí descrito. Este material fue recolectado en sedimentos litorales por el desaparecido malacólogo cubano M. L. Jaume, en una visita a Puerto Rico en la década de los años 50 del pasado siglo, quien personalmente nos lo legó para su estudio.

***Volvarina gemma* especie nueva**
(Lámina 5C)

Material examinado: Una concha y tres ejemplares recolectados vivos al SE de Cayo Blanco (localidad tipo), Paisaje Natural Protegido Varahicacos, Matanzas, Cuba, en fondo areno fangoso con *T. testudinum*, entre 1 y 3 m de profundidad. Holotipo: (5'8 mm de largo y 2'75 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, lisa y brillante, sub-fusiforme ancha ($Id=2.1$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en toda su porción media (en vista oral). La espira es corta (9.3%), saliente y obtusa ($Av=110^\circ$), formada por dos vueltas de las cuales, la primera, grande, redondeada y provista de un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 89.3% del largo total de la concha. La abertura es casi tan larga como la última vuelta, estrecha en su porción posterior con su extremo ensanchado y más ancha en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y poco engrosado, insertado en la espira por encima de la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral algo visible. Columela con cuatro pliegues desiguales bien señalados, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, con el segundo más marcado. Color de fondo crema amarillento pálido, con tres bandas espirales estrechas de color amarillo parduzco claro en la última vuelta que no manchan sobre el labro, una subsutural, otra media y la última hacia el extremo anterior de la concha; el *labrum* y los pliegues columelares son blancos. No hay datos del animal vivo.

Etimología: del latín *gemma*, gema, piedra preciosa, para resaltar la belleza de la concha de este pequeño marginélido.

Discusión: Por su tamaño, forma general de la concha y patrón de color, *Volvarina gemma*, especie nueva, puede ser comparada con *V. floresensis* Espinosa y Ortea, 1999, del Reparto Flores, Playa, La Habana, Cuba, la cual es de tamaño mayor (8.4×4.2 mm), con un Índice de desarrollo semejante ($Id=2$) pero de espira más corta y con el labio externo ligeramente sinuoso en su porción media, además de presentar diferente desarrollo y disposición de los pliegues columelares.

V. varaderoensis Espinosa, Ortea & Moro, 2009, de la playa de Varadero, Matanzas, Cuba, aunque es de tamaño un poco mayor (6.98×3.54 mm) y también muy ancha ($Id=1.97$), posee la espira comparativamente más extendida, su coloración es más clara y sus pliegues columelares son diferentes (véase Espinosa *et al.*, 2009).

***Volvarina dorisae* especie nueva**
(Lámina 5D)

Material examinado: Tres ejemplares recolectados vivos al NW de Cayo Galindo (localidad tipo), Paisaje Natural Protegido Varahicacos, Matanzas, Cuba, en fondo arcilloso con *Thalassia testudinum*, entre 3 y 5 m de profundidad. Holotipo: (6.45 mm de largo y 3.25 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, lisa y brillante, sub-fusiforme muy ancha ($Id=1.98$), con el lado izquierdo convexo y el derecho recto y algo sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (16.9%) y algo aguzada ($Av=85^\circ$), formada por dos vueltas de las cuales, la primera, grande, redondeada y provista de un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 83.1% del largo total de la concha. La abertura es alargada y estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y algo engrosado, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral apenas visible. Columela con cuatro pliegues

desiguales bien señalados, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, con el primero más marcado. Color de fondo blanco uniforme y algo translucido. No hay datos del animal vivo.

Etimología: Dedicado a Doris, personaje mitológico, esposa de Nereo (dios del mar) y madre de las Nereidas, ninfas del mar.

Discusión: Por su tamaño pequeño, su forma general y el patrón de color, *Volvarina dorisae*, especie nueva, debe ser comparada con *V. varaderoensis* Espinosa, Ortea & Moro, 2009 (holotipo: 6'98 × 3'54 mm; Id= 1,97), de la Playa de Varadero, Península de Hicacos, Matanzas, Cuba, de la cual difiere por su espira más extendida, con el labio externo insertado justo encima de la sutura de la vuelta precedente, no por encima de ella como ocurre en *V. varaderoensis*, especie que en adición presenta tres bandas espirales de color amarillo parduzco claro en la última vuelta. Los pliegues columelares de ambas especies también son diferentes (véase ESPINOSA *et al.*, 2009).

***Volvarina nautica* especie nueva**
(Lámina 6A)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos frente al Reparto Náutico (localidad tipo), Playa, La Habana, Cuba, en cangilones coralinos, entre 15 y 18 m de profundidad. Holotipo: (7'15 mm de largo y 3'35 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, lisa y brillante, sub-fusiforme ancha (Id= 2'13), con el lado izquierdo convexo y el derecho algo sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (11'7 %), ancha y recta (Av= 90°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, pequeña y poco saliente, provista de un núcleo muy pequeño, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 88'3 % del largo total de la concha. La abertura es alargada, estrecha y uniforme en su mitad posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y algo engrosado, insertado en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral apenas visible. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, con el primero más marcado que el segundo. Color de fondo blanco grisáceo pálido, algo translucido, cruzado en la última vuelta por tres tenues bandas espirales de color pardo amarillento muy pálido, una subsutural, otra media y la última hacia el extremo anterior de la concha; bandas que no producen manchas sobre el labio externo; los pliegues columelares y el *labrum* son blancos. No hay datos del animal vivo.

Etimología: Gentilicio alusivo a su localidad tipo, el Reparto Náutico, en Playa, La Habana.

Discusión: Por el tamaño y la forma general de la concha, *Volvarina nautica*, especie nueva, puede ser comparada con la especie anterior *V. dorisae*, especie nueva, la cual es proporcionalmente más ancha (Id= 1'98), tiene la espira más extendida y aguzada y sus plie-

gues columelares son más marcados. *V. varaderoensis* presenta también tres bandas espirales color amarillo parduzco claro en la última vuelta y su concha es similar (Id= 1,97), pero con el labio externo insertado por encima de la sutura del vuelta precedente; otra especie con tres bandas espirales de color en su última vuelta, *V. floresensis* Espinosa & Ortea, 1999 (8'4 × 4'2 mm), del Reparto Flores, Playa, La Habana, es de tamaño mayor y algo más ancha (Id= 2'0), con diferente desarrollo y disposición de sus pliegues columelares.

***Volvarina toroensis* especie nueva**
(Lámina 6B)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos en la Canal del Toro (localidad tipo), Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba, en un fondo fangoso arenoso entre 1'5 y 2 m de profundidad. Holotipo: (5'0 mm de largo y 2'7 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, lisa y brillante, sub-fusiforme, (piriforme) muy ancha (Id= 1'85), con el lado izquierdo convexo y el derecho anguloso (en vista oral). La espira es extendida (14'4 %), ancha, saliente y obtusa (Av= 100°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 85'6 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su mitad posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente, con un callo postlabral bien marcado. Columela con cuatro pliegues bien desarrollados, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos entre sí, con el par anterior más desarrollados, sobre todo el segundo pliegue, que es el mayor de todos. Color de fondo blanco, casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres anchas bandas espirales de color pardo amarillento pálido, una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta, de las cuales, sólo la más anterior mancha ligeramente el *labrum*; la espira, el labro y los pliegues columelares son de igual color que el resto de la concha. Animal desconocido.

Etimología: Gentilicio relativo a su localidad tipo, Canal del Toro, Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba.

Discusión: Por su forma y su pequeño tamaño *Volvarina toroensis*, especie nueva, puede ser comparada con *V. sofiae* Ortea & Espinosa, 1998 (5'4 × 2'8 mm; Id= 1'92), de los Cayos de la Virazón, Caibarién, Cuba, la cual es de forma más ovalada, con la espira más corta y presenta diferente disposición y desarrollo de sus pliegues columelares. *V. carmelae* Espinosa & Ortea, 1998 (6'7 × 4'5 mm; Id= 1'48), de playa Las Morlas, Varadero, Matanzas, Cuba, es de tamaño algo mayor y mucho más ancha, con una arquitectura muy peculiar de sus pliegues columelares.

***Volvarina cubana* especie nueva**
(Lámina 6C)

Material examinado: Un ejemplar recolectado vivo en Cuba (localidad tipo), con la etiqueta original ilegible, por lo que no se tienen más detalles de su procedencia. Holotipo: (8'7 mm de largo y 3'55 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y estrecha (Id= 2'45), de aspecto robusto, con ambos lados convexos, pero siendo el derecho más recto (en vista oral). La espira es ancha, muy extendida (27'5 %) y aguda (Av= 60°), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, redondeada, y con un núcleo muy notable, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 72'5 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente (vista oral), con el callo postlabral notable. Columela con cuatro pliegues desiguales marcados y casi paralelos entre sí, con el segundo anterior más desarrollado. Color de fondo blanco, casi translúcido, con bandas axiales de color pardo amarillento muy pálido, que se extienden desde el área subsutural hasta la base de la concha; los pliegues columelares y la porción interna del *labrum* son blancos, mientras que la protoconcha es del mismo color de fondo de la concha. No hay datos del animal vivo.

Etimología: Gentilicio derivado de su localidad tipo, la isla de Cuba.

Discusión: Por su forma, tamaño y aspecto robusto, *Volvarina cubana*, especie nueva, puede ser comparada con *V. guantanamera* Espinosa, Ortea & Moro, 2010 (10'4 × 4'3 mm; Id= 2'41), de Uvero Quemado, Guantánamo, la cual es algo más grande, con la espira menos extendida y comparativamente más estrecha, posee diferente patrón de color y otra disposición y desarrollo de sus pliegues columelares. *V. ceciliae* Espinosa & Ortea, 1999, de la playa Rancho Luna, Cienfuegos, Cuba, también es de tamaño algo mayor (9'2 × 3'9 mm; Id= 2'35), con la espira más estrecha y extendida, un menor desarrollo de sus pliegues columelares y diferente patrón de coloración.

***Volvarina ixchelae* especie nueva**
(Lámina 6D)

Material examinado: Un ejemplar recolectado vivo en la zona trasera de la meseta arrecifal de Puerto Morelos (localidad tipo), Quintana Roo, Yucatán, México. Holotipo: (8'7 mm de largo y 3'55 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y estrecha (Id= 2'45), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (17 %), saliente, algo estrecha y aguda (Av= 70°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa, redondeada y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 83 % del largo total

de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, más estrecha en su mitad posterior que en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y algo engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales bien marcados, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos entre sí, siendo los anteriores los más desarrollados. Color de fondo blanquecino, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres anchas bandas espirales de color pardo amarillento claro, una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta; la protoconcha es del mismo color que la teleoconcha, mientras que los pliegues columelares y el borde libre interno del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Ix Chel, deidad de la cultura Maya, diosa de la luna, protectora de las parturientas e inventora del arte del tejido.

Discusión: VOKES & VOKES (1983) registran seis especies del género *Volvarina* (como subgénero de *Hyalina* Fleming, 1828), para la península de Yucatán: *V. albolineata* (d'Orbigny, 1842), *V. avena* (Valenciennes, 1834), *V. beyerleana* (Bernardi, 1853), *V. gracilis* (C. B. Adams, 1851), *V. lactea* (Kieber, 1841) y *V. vellei* (Pilsbry, 1896); taxones cuya presencia o no en Yucatán debe ser confirmada, dado el alto grado de endemismo local que, en general, se presenta en la familia Marginellidae, y los posibles problemas taxonómicos en algunos de dichos taxones; *Volvarina ixchelae*, especie nueva, difiere de todas ellas por el conjunto de caracteres de su concha sub-fusiforme estrecha, menor de 10 mm de largo, con la espira extendida y cuyos pliegues columelares tienen un desarrollo y disposición muy propios y singulares.

V. mexicana Jousseaume, 1875, registrada para México sin especificar localidad de colecta, es una especie más pequeña (7 mm de largo), de espira muy corta, con el labio externo insertado próximo a la región apical y con cuatro bandas espirales de color en su última vuelta, según su autor. Las figuras de LIPE (1991: lám. 4, figs. 9 y 10; lám. 7, fig. 2) de *V. mexicana*, procedentes de Utila e isla Roatán, Honduras, no se corresponden con la descripción ni figuras originales de JOUSSEAUME (1875).

***Volvarina xamaneki* especie nueva**
(Lámina 7A)

Material examinado: Una concha recolectada en la zona trasera de la meseta arrecifal de Puerto Morelos (localidad tipo), Quintana Roo, Yucatán, México. Holotipo: (8'2 mm de largo y 3'7 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica, alargada y ancha ($Id=2'21$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (15 %), ancha, saliente y aguda ($Av=80^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande y globosa, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 85 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su tercio posterior y más ensanchada en el resto; el labio externo es ancho y algo engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos

entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, con el primero mayor que el resto. Color de fondo crema pálido, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres anchas bandas espirales de color avellana, una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta, manchando el labro las bandas de los extremos; la protoconcha es del mismo color que la teleoconcha, y los pliegues columelares y el borde libre interno del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Xaman Ek, deidad benévola de la cultura Maya, dios de la estrella Polar y benefactor de comerciantes y mercaderes.

Discusión: Por su tamaño mediano, inferior a los 9 mm de largo y su forma sub-cilíndrica ancha, *Volvarina xamaneki*, especie nueva, se distingue fácilmente de todas las especies congéneres registradas por VOKES & VOKES (1983) para la península de Yucatán. Estas características la separan también de otros taxones caribeños y antillanos del género (véase LIPE, 1991; BOYER, 2006; ESPINOSA, *et al.*, 2011; ESPINOSA & ORTEA, 2012 y ORTEA, 2014).

Volvarina yunkaxi especie nueva
(Lámina 7B)

Material examinado: Seis ejemplares recolectados vivos frente a la Estación Biológica (localidad tipo), de la UNAM en Puerto Morelos, Quintana Roo, Yucatán, México. Holotipo: (11'85 mm de largo y 4'6 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y estrecha (Id= 2'57), con el lado izquierdo convexo y el derecho de casi recto a algo sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es muy extendida (23'9 %), estrecha y aguda (Av= 60°), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 84 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada y más estrecha en la mitad posterior que en la anterior; el *labrum* es estrecho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, con los anteriores más desarrollados, siendo el segundo el mayor de todos. Color de fondo blanco, casi translúcido, cruzado en la última vuelta por tres anchas bandas espirales de color crema amarillento pálido, una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta; la espira y la protoconcha son del mismo color de fondo que la teleoconcha, mientras los pliegues columelares y el borde libre interno del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Yun Kax, dios Maya del maíz y de la agricultura, deidad benévola asociada a la vida, la prosperidad y la abundancia.

Discusión: Por su forma y tamaño, *Volvarina yunkaxi*, especie nueva, puede ser comparada con el grupo de especies caribeñas relacionadas con *V. avena* (Valenciennes *in* Kiener,

1834), citada para Yucatán por VOKES & VOKES (1983), cuyo estatus taxonómico y su presencia en el Caribe son dudosos (véase ESPINOSA, ORTEA & MORO (2010). ESPINOSA *et al.*, 2011). Otra especie del grupo citada para Yucatán por dichos autores, *V. beyerleana* (Bernardi, 1853), considerada por TRYON (1883) y LIPE (1991) como una variedad de *V. avena*, no tiene una localidad definida en el área antillana, y según LIPE (1991) se distribuye por el Caribe de Panamá hasta Cancún, rango que BOYER (2006) extiende hasta Colombia y Brasil, aunque lo más probable es que se esté incluyendo un complejo de especies en dicha distribución. Las descripciones y figuras de *V. avena* y de *V. beyerleana*, representan a especies bien coloreadas, con tres bandas espirales muy marcadas en la última vuelta (véase SOWERBY, 1875; TRYON, 1883; LIPE 1991; BOYER, 2006), carácter que no tiene *V. yunkaxi*, especie nueva, cuyas bandas espirales son muy pálidas, además de otros detalles, como la forma general de la concha y la disposición y desarrollo de sus pliegues columelares.

***Volvarina cybelesae* especie nueva**
(Lámina 7C)

Material examinado: Tres ejemplares recolectados vivos en el Bajo de Santana (localidad tipo), Santa Fe, Playa, La Habana, Cuba. Holotipo (11'2 mm de largo y 4'6 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y ancha (Id= 2'43), con el lado izquierdo convexo y el derecho recto en casi toda su longitud (en vista oral). La espira es extendida (11'2 %), ancha y aguda (Av= 75°), formada por dos y un cuarto de vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 88,8 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y muy ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente estrecho y algo engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados, sobre todo el primero que es el mayor de todos. Color de fondo pardo claro, algo naranja, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales muy anchas, de color pardo naranja oscuro, una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta; la protoconcha es gris claro y los pliegues columelares y el borde libre interno del labro son blancos.

Animal de color blanco níveo, con manchitas rojas sobre el sifón, los tentáculos y el repliegue anterior del pie.

Etimología: Dedicada a Cibeles, personaje mitológico, hija del Cielo y de la Tierra.

Discusión: Por el tamaño, patrón de color y el aspecto general de su concha, *Volvarina cybelesae*, especie nueva, puede ser comparada con otras especies cubanas y caribeñas del grupo de "*Volvarina avena*", como *V. nympha* Espinosa & Ortea, 1998 (8,0 × 3,2 mm), de playa La Concha, Playa, La Habana y *V. ibarrae* Espinosa & Ortea, 1998 (9'85 × 4,2 mm), del Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba, la cuales son de tamaño menor, poseen di-

ferentes índices de desarrollo ($Id = 2'5$ y $2,3$, respectivamente), y desigual disposición y desarrollo de sus pliegues columelares (véase ESPINOSA & ORTEA, 1998).

***Volvarina hemingwayi* especie nueva**
(Lámina 7D)

Material examinado: Una concha completa y varios fragmentos recolectados en Playa Habana, Baracoa (localidad tipo), municipio Bauta, provincia Artemisa, Cuba. Holotipo ($15'25$ mm de largo y $8'05$ mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño grande, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y estrecha ($Id = 1'89$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en toda su parte media (en vista oral). La espira es extendida (20 %), saliente y aguzada ($Av = 65^\circ$), formada por tres vueltas, de las cuales la primera, grande y globosa, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 80 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su tercio posterior y ensanchada de forma regular y progresiva en el resto; el *labrum* es estrecho y algo engrosado, insertado en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral muy poco señalado. Columela con cuatro pliegues desiguales casi paralelos entre sí, con el cuarto posterior reducido y siendo el primero anterior el mayor de todos. Color de fondo salmón pálido casi uniforme, con tres tenues bandas espirales más oscuras, una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la concha; la protoconcha es de color lila intenso y el labio externo y los pliegues columelares blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor del escritor norteamericano Ernest Hemingway, Premio Nobel de Literatura, gran amigo de Cuba, de su gente y de su mar, donde su apellido es sinónimo de todo lo grande y del espíritu aventurero.

Discusión: Por su tamaño grande, *Volvarina hemingwayi*, especie nueva, debe ser comparada con *V. habanera* Espinosa & Ortea, 1997 ($15'9 \times 5'9$ mm) de la Caleta San Lázaro, La Habana, Cuba, la cual es algo más estrecha ($Id = 2'69$) y tiene la protoconcha de color blanco. *V. guajira* Espinosa & Ortea, 1997 ($15'5 \times 6'5$ mm), del Golfo de Batabanó, Cuba, también es más estrecha ($Id = 2'38$) y aunque su protoconcha también es de color rosado intenso, su espira es menos extendida y más gruesa.

Otras especies cubanas de tamaño grande, *V. ginae* Espinosa & Ortea, 2003 ($16'15 \times 6'45$ mm), de la Ensenada de Bolondrón, costa norte de la península de Guanahacabibes y *V. helenae* Espinosa & Ortea, 2003 ($19'45 \times 7'2$ mm), de María la Gorda, en la costa sur de la misma península, difieren por su mayor tamaño y por su índice de desarrollo ($Id = 2'50$ y $2'70$, respectivamente), entre otros caracteres de sus conchas.

Complejo de especies de:

***Volvarina juanjoi* Espinosa & Ortea, 1998**
(Lámina 8A)

Volvarina juanjoi Espinosa & Ortea, 1998, *Avicennia*, 8 y 9, pág. 126, figs. 1G y 2D.

Descrita originalmente a partir ocho conchas y tres ejemplares recolectados vivos frente al Instituto de Oceanología, Reparto Flores, Playa, La Habana, Cuba. Holotipo: 7,1 × 3,2 mm (Id= 2,21), (Av=70°).

Otras especies cubanas relacionadas son: *V. alexandroi* Espinosa, Ortea & Moro, 2008, descrita del sistema arrecifal (entre 15 y 18 m de profundidad), de playa El Salado, Bauta, (holotipo: 9'42 × 3'56 mm; Id= 2'64), *V. confitesensis* Espinosa, Ortea & Moro, 2009, de Cayo Confites, costa norte de Camagüey (holotipo: 6'73 × 2'55 mm; Id= 2'62) y *V. ondina* Espinosa, Ortea & Moro, 2011, de Playa Hollywood, Baracoa, provincia Artemisa (holotipo: 7'3 × 3'35 mm; Id= 2'17).

***Volvarina amphitrite* especie nueva**
(Lámina 8B)

Material examinado: Cuatro conchas recolectadas frente al Círculo Social Obrero Gerardo Abreu Fontán (localidad tipo), municipio Playa, La Habana, Cuba, en fondo rocoso entre 10 y 15 m de profundidad. Holotipo: (6'9 mm de largo y 2'65 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme estrecha (Id= 2'60), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (18 %), ancha y aguda (Av= 80°), formada por dos y un cuarto de vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo relativamente pequeño, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 82 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, más estrecha en su porción posterior que en la anterior, con un ensanchamiento regular progresivo; el labio externo es estrecho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales y casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados, sobre todo el primero que es el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado pálido, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo anaranjado, una subsutural, otra en la porción media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta; la espira es de igual color que el resto de la concha, y el labro y los pliegues columelares son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Anfritrite, personaje mitológico, esposa de Poseidón y diosa del mar.

Discusión: Por su tamaño y por la forma general de la concha, *Volvarina amphitrite*, especie nueva, puede ser comparada con *V. juanjoi*, de concha semejante en tamaño, pero más ancha, con la espira comparativamente más extendida y estrecha y con los pliegues columelares menos marcados, siendo el segundo anterior el más desarrollado.

***Volvarina calliopeae* especie nueva**
(Lámina 8C)

Material examinado: Dos conchas recolectadas en playa La Concha (localidad tipo), municipio Playa, La Habana, Cuba, en fondo areno rocoso, con pastos marinos de *Thalassia testudinum*, entre 0'5 y 1'0 m de profundidad. Holotipo: (7'4 mm de largo y 3'1 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme ancha (Id= 2'38), con el lado izquierdo convexo y el derecho recto y algo sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (20 %), ancha y aguda (Av= 70°), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande y saliente, con un núcleo muy notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 80 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues casi paralelos entre sí, con los dos anteriores más desarrollados, sobre todo el primero que es el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado pálido y casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo anaranjado, una subsutural, otra en la porción media y la tercera cercana el extremo anterior de la vuelta; bandas que no manchan al *labrum*; la espira es de igual color que el resto de la concha, y el labro y los pliegues columelares son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Calíope, personaje mitológico, musa de la elocuencia y de la poesía épica.

Discusión: Por su tamaño y forma general, *Volvarina calliopeae*, especie nueva se diferencia de las otras especies del grupo de *V. juanjoii* por su forma más ancha, su espira extendida, relativamente larga y estrecha, con la protoconcha saliente y en la disposición y desarrollo de sus pliegues columelares.

***Volvarina callypsoe* especie nueva**
(Lámina 8D)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos en la playa La Francesita (localidad tipo), reparto Flores, municipio Playa, La Habana, Cuba, en fondo areno rocoso, con pastos marinos de *Thalassia testudinum*, entre 0'5 y 1'5 m de profundidad. Holotipo: (6'9 mm de largo y 3'1 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme ancha (Id= 2'22), con el lado izquierdo convexo y el derecho recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (18 %) ancha y aguda (Av= 70°), formada por dos y un cuarto vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo muy poco notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 82 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente estrecho y poco engrosado, insertándose en la espira por

debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, y el segundo el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado pálido, casi translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo anaranjado, una subsutural, otra en la porción media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta; protoconcha del mismo color de fondo que el resto de la concha; labro y pliegues columelares blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Calipso, personaje mitológico, ninfa del mar que da nombre al famoso barco de investigaciones del Capitán Jacques-Yves Cousteau, pionero en la exploración y conservación de los fondos marinos.

Discusión: Por su espira comparativamente corta y ancha dentro del grupo de especies de *V. juanjoi*, *Volvarina calypsoe*, especie nueva puede ser comparada con *V. amphitrite*, descrita en este mismo artículo, la cual es de forma más estrecha ($Id = 2'60$), tiene la protoconcha más pequeña y sus pliegues columelares son diferentes.

***Volvarina ariadnae* especie nueva**
(Lámina 9A)

Material examinado: Una concha recolectada en los cayos del Pajonal (localidad tipo), al NE de la bahía de Nazábal, Encrucijada, Villa Clara, Cuba, en fondo coralino entre 15 y 20 m de profundidad. Holotipo: (6'35 mm de largo y 2,25 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme muy estrecha ($Id = 2'82$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es muy extendida (23'4 %), algo ancha y aguda ($Av = 70^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 76'6 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, muy estrecha en su tercio posterior, y ensanchada de forma regular y progresiva en el resto; el labio externo es relativamente estrecho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos entre sí, siendo los anteriores los más desarrollados, sobre todo el primer pliegue que es el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado muy pálido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo anaranjado, una subsutural, otra en la porción media y la tercera, la más ancha, próxima al extremo anterior de la vuelta donde llega a manchar el *labrum* y el canal anterior interno; la espira es de igual color que el resto de la concha, con la banda subsutural visible, mientras que el resto del labro y los pliegues columelares son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Ariadna, personaje mitológico, hija de Minos y de Pasifae, esposa de Dionisio y madre de Enopion, la personificación del vino.

Discusión: Por su concha subfusiforme muy estrecha, *Volvarina ariadnae*, especie nueva, difiere del resto de congéneres citados anteriormente del grupo de *V. juannoi*, cuyo índice de desarrollo (Id) señala que son de proporciones más anchas.

***Volvarina pallasae* especie nueva**
(Lámina 9B)

Material examinado: Una concha recolectada en el borde este del paleo cauce del río Santana, Bajo de Santana (localidad tipo), Santa Fe, municipio Playa, La Habana, Cuba, en fondo rocoso a 10 m de profundidad. Holotipo: (7,4 mm de largo y 2,7 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme estrecha (Id= 2'74), con el lado izquierdo convexo y el derecho algo sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es extendida, saliente y ancha (Av= 60°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 78 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su mitad posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, con los dos anteriores más desarrollados, sobre todo el segundo que es el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado muy pálido, casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo anaranjado, una subsutural, otra en la porción media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta, manchando al *labrum* y al canal anterior interno; la espira es de igual color que el resto de la concha, con la banda espiral subsutural visible, mientras que el labro y los pliegues columelares son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a Pallas (Minerva), personaje mitológico, diosa de la guerra, la sabiduría y las artes.

Discusión: Por su tamaño y forma general, *Volvarina pallasae*, especie nueva, puede ser comparada con *V. juannoi*, la cual es más ancha (Id= 2'1), tiene la espira más estrecha y sus pliegues columelares son más marcados.

***Volvarina pandorae* especie nueva**
(Lamina 9C)

Material examinado: Una concha recolectada al este de Cayo Cruz del Padre (localidad tipo), Paisaje Natural Protegido Varahicacos, Matanzas, Cuba, en fondo arenoso con *Thalassia testudinum*, entre 3 y 5 m de profundidad. Holotipo: (6'9 mm de largo y 3'1 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme ancha (Id= 2'22), con el lado izquierdo convexo y el derecho recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida, relativamente corta y algo ancha (Av= 60°), formada por dos vueltas,

la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo pequeño, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 84,8 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior con el borde columelar recto; el labio externo es ancho y algo engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados, sobre todo el primero que es el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado muy pálido, casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales con la misma anchura, de color pardo anaranjado, una subsutural, otra en la porción media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta; la espira tiene el mismo color que el resto de la concha; el labro y los pliegues columelares son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor de Pandora, personaje mitológico, primera mujer hecha por Vulcano del limo de la tierra.

Discusión: Aunque la forma general de la concha de *Volvarina pandorae*, especie nueva (Id= 2'22), recuerda a *V. amphitrite*, descrita en este mismo artículo, ésta es más estrecha (Id= 2'60), con la espira más corta y sus pliegues columelares tienen diferente disposición y desarrollo.

***Volvarina phorcusi* especie nueva**
(Lámina 9D)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos en la Playita de 14 (localidad tipo), Miramar, Playa, La Habana, Cuba, en el arrecife coralino profundo, entre 18 y 22 m de profundidad. Holotipo: (6'65 mm de largo y 2'45 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme alargada y estrecha (Id= 2'71), con el lado izquierdo algo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida, relativamente ancha y saliente (Av= 50°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo pequeño bien marcado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 78,5 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores paralelos entre sí, siendo los anteriores los más desarrollados, sobre todo el primero que es el mayor de todos. Color de fondo blanco rosado muy pálido, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo anaranjado, una subsutural, otra en la porción media y la tercera hacia el extremo anterior de la vuelta; la espira es del mismo color que el resto de la concha, con la banda subsutural visible en la primera vuelta de la teleoconcha; el labro y los pliegues columelares son blancos. Animal blanco níveo uniforme.

Etimología: Dedicada a Forcus, personaje mitológico, dios marino, hijo de Neptuno y padre de las Gorgonas.

Discusión: Por su forma alargada y estrecha, *Volvarina phorcusi*, especie nueva puede ser comparada con *V. pallasae*, descrita en este mismo artículo, de la cual se diferencia por su tamaño más pequeño, por tener la espira más extendida y ancha, su labio externo más recto, sus bandas espirales de color pardo naranja más anchas y sus pliegues columelares con diferente desarrollo. *V. irisaeae*, descrita en este mismo artículo, es de proporciones más estrechas (Id= 2'82).

Complejo de especies de:

Volvarina subtriplicata (d'Orbigny, 1842)
(Figura 3)

Marginella subtriplicata d'Orbigny, A. 1841. Mollusques. In: de la Sagra, R. ed., *Histoire Physique, Politique et Naturelle de l'ile de Cuba*. Vol. 5. Arthur Bertrand, Paris, pp. 209-210, lám. 20, figs. 30-32.

Descrita originalmente de San Bartolomé y Santo Tomás, en las Antillas Menores (*Marginella testa oblonga, antice angusta, postice subinflata, albida; spira brevissima, labro postice inflato; columela subtriplicata.*), D'ORBIGNY, (1842; págs. 209-210, lám. 20, figs. 30-32) destaca que se distingue de *Volvarina avena* por su forma menos cilíndrica, más oval, con la espira mucho más corta, el labio externo insertado mucho más cerca del ápice y engrosado en su tercio posterior; la columela presenta tres pliegues y en ocasiones hay el esbozo de un cuarto pliegue posterior; color blanco. Dimensiones: 8'4 × 3'15 mm (Id= 2'66).

El material de d'Orbigny, depositado en el NHMUK de Londres, consta de dos conchas completas (sintipos) y un fragmento indeterminable de una tercera; dichas conchas completas parecen pertenecer a dos especies diferentes, siendo la ilustrada en la Figura 3B



Figura 3.- Sintipos de *Volvarina subtriplicata* (d'Orbigny, 1842), cortesía del British Museum Natural History.

la que más se ajusta a la descripción y figura original de *V. subtriplicata* (d'Orbigny, 1842), por lo que para dar estabilidad taxonómica al nombre debería ser designado ese ejemplar como tipo.

Al igual que ocurre con otros congéneres antiguos, como *V. albolineata* y *V. avena* (véase ESPINOSA *et al.*, 2010, 2013; ORTEA, 2014), alrededor de *V. subtriplicata* también existe un complejo de especies caribeñas que comparten ciertas características generales de sus conchas: tamaño mediano (7-10 mm de largo), forma suboval o fusiforme, ser de colores pálidos o blancas, presentar o no, bosquejos de bandas espirales pálidas de color pardo amarillento, tener **tres** pliegues columelares, en lugar de cuatro, y el esbozo de un cuarto pliegue muy débil y casi interno.

V. subtriplicata fue registrada para la fauna de Cuba por ARANGO (1878-80), y al inicio de nuestro inventario malacológico, hace más de 30 años, determinábamos como *V. subtriplicata* a todos los ejemplares cubanos provistos de sólo tres pliegues marcados, sin una separación adecuada por localidades de colecta, que se nombraba en sentido amplio, provincia La Habana, por ejemplo; sin embargo, la revisión de dichos ejemplares en nuestra colección, nos hace repudiar dicho nombre para la malacofauna cubana, a la vez que muestra a todo un grupo de especies enmascaradas (cripticas), las cuales se dan a conocer a continuación:

***Volvarina aethrae* especie nueva**
(Lámina 10A)

Material examinado: Varios ejemplares recolectados vivos en la meseta arrecifal situada frente al Instituto de Oceanología (localidad tipo), reparto Flores, Playa, La Habana, entre 1 y 2 m de profundidad. Holotipo: (9'2 mm de largo y 2'8 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y muy estrecha (Id= 3'28), con el lado izquierdo algo convexo y el derecho anguloso, casi recto en su porción media anterior (en vista oral). La espira es extendida (18'6 %), estrecha y aguda (Av= 65°), formada por unas dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 81,4 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha y uniforme en su mitad posterior y más ensanchada en la anterior; el labro es relativamente ancho en su porción media y en general poco engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente. Columela con tres pliegues desiguales, el central más desarrollado que los otros dos; por encima de los tres pliegues hay el esbozo de un cuarto pliegue, débil e interno. Color de fondo blanco, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres tenues bandas espirales de color pardo naranja, una posterior subsutural, otra en la parte media y la tercera en la porción anterior, bandas que no producen manchas en el labro; la protoconcha es del mismo color que la concha y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos.

Animal muy coloreado, con numerosas manchas blanco niveo grandes y pequeñas por todo el manto, acompañadas por manchitas negras más pequeñas; los tentáculos tienen grandes manchas negras y blancas alternas.

Etimología: Nombrada en honor de *Aethra* (Etra), personaje mitológico, hija de *Oceanus* y de *Thetis*.

Discusión: Comparando *Volvarina aethrae*, especie nueva, con la descripción y figuras originales de *V. subtriplicata*, se separa por su forma más estrecha ($Id = 3'28$ por $Id = 2'66$ en *V. subtriplicata*) y aguzada hacia sus extremos, con el primer pliegue columelar anterior menos marcado que el segundo. Lamentablemente, no se conocen la coloración del cuerpo del animal vivo ni la rádula de *V. subtriplicata*, ni del resto de especies relacionadas que se describen a continuación, detalles que aportarían nuevos caracteres diagnósticos para separar los taxones del complejo.

***Volvarina aglae* especie nueva**
(Lámina 10B)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos y tres conchas, procedentes de La Habana (localidad tipo), entre 1 y 2 m de profundidad. Holotipo (7'7 mm de largo y 3'45 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y ancha ($Id = 2'23$), con el lado izquierdo convexo y el derecho de algo sinuoso a casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (16 %), ancha y obtusa ($Av = 100^\circ$), pero poco extendida, formada por unas dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 84 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior, sobre todo cerca del borde y más ensanchada en la anterior, con un ensanchamiento progresivo; el labio externo es relativamente estrecho en su porción media y en general poco engrosado, insertándose en la espira por encima de la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral extendido hasta casi la región apical. Columela con tres pliegues desiguales, siendo el segundo el más desarrollado; el esbozo de un cuarto pliegue es apenas visible. Color de fondo blanco hueso claro, algo translúcido; la protoconcha es del mismo color que la concha, mientras que los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor de *Aglae*, personaje mitológico, una de las tres gracias de la mitología griega.

Discusión: Por su concha sub-fusiforme ancha ($Id = 2'23$), de espira corta y poco extendida, con el labio externo insertado por encima de la sutura de la vuelta precedente, *Volvarina aglae*, especie nueva, se diferencia de las dos especies citadas anteriormente,

***Volvarina fifi* especie nueva**
(Lámina 10C)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos, y tres conchas, procedentes de playa La Concha (localidad tipo), bahía de Cienfuegos, en la costa sur central de Cuba. Holotipo (8'2 mm de largo y 3'45 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y algo ancha (Id= 2'37), con el lado izquierdo convexo y el derecho algo sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (23 %), estrecha y aguda (Av= 70°), formada por unas dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 77 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y algo más ensanchada en la anterior; el labro es relativamente ancho en su porción media y en general poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con tres pliegues desiguales marcados, el segundo más desarrollado que los otros dos; el esbozo de un cuarto pliegue posterior es perceptible a simple vista. Color de fondo blanco, casi uniforme y poco translúcido; la protoconcha es del mismo color que la concha, y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor de la malacóloga cienfueguera Josefina Morales, “Fifi”, fallecida en fecha reciente, amiga y colega, quien siempre nos recibió en su casa y puso a nuestra disposición su colección personal de caracoles.

Discusión: La forma de la concha de *Volvarina fifi*, especie nueva, es muy distintiva, con la espira muy extendida en relación al resto de taxones del complejo de *V. subtriplicata* y con el labio externo insertado bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente, otro carácter que no presenta ninguna de las especies del grupo.

***Volvarina thaliae* especie nueva**
(Lámina 10D)

Material examinado: Un ejemplar recolectado vivo en La Habana (localidad tipo). Holotipo: (9'4 mm de largo y 4'0 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y ancha (Id= 2'35), con el lado izquierdo convexo y el derecho de recto a algo sinuoso en su porción media anterior (en vista oral). La espira extendida (14'3 %), ancha y aguda (Av= 80°), formada por unas dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 85'7 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su mitad posterior y bien ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente estrecho y en general poco engrosado, algo más expandido en su porción media interna, insertándose en la espira algo por encima de la sutura de la vuelta precedente. Columela con tres pliegues desiguales, con el segundo más desarrollado que los otros dos y el esbozo de un cuarto pliegue posterior casi imperceptible. Color de fondo blanco, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres tenues bandas espirales anchas de color pardo naranja, una posterior sub-sutural, otra en la parte media y la tercera en la porción anterior de la vuelta; la protoconcha es del mismo color que la concha y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor de *Thalia*, personaje mitológico, una de las tres gracias y musa de la comedia en la mitología griega.

Discusión: *Volvarina thaliae*, especie nueva, se distingue del resto del complejo de especies de *V. subtriplicata* por su tamaño grande y su forma ancha, incluida la espira, en contraste con su labio externo, relativamente estrecho y poco engrosado, sobre todo en la porción anterior donde la abertura es amplia; además, sus tres pliegues columelares son fuertes y bien desarrollados.

***Volvarina penelope* especie nueva**
(Lámina 11A)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos, y cinco conchas, procedentes de Cienfuegos (localidad tipo), en la costa sur central de Cuba. Holotipo: (8'8 mm de largo y 3'6 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y estrecha ($Id = 2'44$), con el lado izquierdo convexo y el derecho muy sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es poco extendida (11 %), ancha y aguda ($Av = 80^\circ$), formada por unas dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, redondeada y con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 89 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior, aunque se ensancha algo cerca del borde y más ensanchada en la anterior sobre todo a la altura de los pliegues columelares; el labio externo es relativamente ancho en su porción media posterior y poco engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral extendido sobre la espira. Columela con tres pliegues muy marcados, el segundo más desarrollado que los otros dos; el esbozo de un cuarto pliegue posterior es casi imperceptible. Color de fondo blanco, ligeramente translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo amarillento, muy pálidas y anchas, una posterior subsutural, otra en la parte media y la tercera en la porción anterior de la última vuelta; la protoconcha es de color más oscuro que el de la concha, y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor de Penélope, personaje mitológico, esposa de Mercurio y madre de Pan, dios de los pastores.

Discusión: Varios caracteres de la concha distinguen a *Volvarina penelope*, especie nueva, del complejo de especies de *V. subtriplicata*, en particular su espira corta y poco extendida, el labio externo sinuoso, con un callo postlabral marcado y sus tres fuertes pliegues columelares.

***Volvarina irisae* especie nueva**
(Lámina 11B)

Material examinado: Cuatro conchas recolectadas en Boca de Camarioca (localidad tipo), Matanzas. Holotipo: (8'3 mm de largo y 3'3 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y estrecha ($Id=2'51$), con el lado izquierdo convexo y el derecho anguloso y casi recto en su segmento anterior (en vista oral). La espira es poco extendida (12 %), ancha y recta ($Av=90^\circ$), formada por unas dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, redondeada y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 88 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha y uniforme en su mitad posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho en su porción media y poco engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral muy poco extendido y engrosado. Columela con tres pliegues marcados, el segundo más desarrollado que los otros dos y con el esbozo de un cuarto pliegue apenas visible. Color de fondo blanco, casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo amarillento, muy pálidas y anchas, una posterior subsutural, otra en la parte media y la tercera en la región anterior de la última vuelta; la protoconcha es casi del mismo color que la concha y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor de Iris, personaje mitológico, hija de Taumas y Electra

Discusión: Por su espira corta, ancha y saliente, *Volvarina irisae* especie nueva, puede ser comparada con *V. thaliae*, descrita anteriormente, de la cual difiere por su forma más estrecha ($Id=2'51$ ante $Id=2'35$ en *V. thaliae*), su labro muy bajo y estrecho en su segmento posterior, y su espira más estrecha y saliente.

***Volvarina caprina* especie nueva**
(Lámina 11C)

Material examinado: Una concha recolectada en la Playa del Chivo (localidad tipo), Habana del Este, La Habana. Holotipo: (7'3 mm de largo y 3'4 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y ancha ($Id=2'14$), con el lado izquierdo convexo y el derecho de convexo a algo sinuoso en su segmento medio anterior (en vista oral). La espira es corta (9'2 %), ancha y obtusa ($Av=100^\circ$), formada por unas dos vueltas, la primera de las cuales, muy grande, redondeada y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 90'8 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha y regular en su mitad posterior y más ensanchada en la anterior; el labro es relativamente ancho en su porción media y poco engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta prece-

dente, con el callo postlabral un poco engrosado. Columela con tres pliegues marcados, el segundo anterior más desarrollado que los otros dos y el esbozo de un cuarto pliegue posterior casi imperceptible. Color de fondo blanco, casi uniforme y opaco, con la espira y la protoconcha algo más translucidas que la concha y de color gris claro, mientras que los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labio externo son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Gentilicio alusivo a su localidad tipo, la playa del Chivo, situada al este del canal de entrada a la bahía de La Habana, famosa por las numerosas citas de moluscos marinos hallados en ella por Arango (1878-80).

Discusión: Por su espira muy corta, baja y poco saliente, *Volvarina caprina*, especie nueva, puede ser comparada con el ejemplar de la Figura 1B de *V. subtriplicata*, de d'Orbigny el cual presenta las dimensiones dadas por este autor para la especie, y del cual difiere por su forma más ancha ($Id = 2'14$ frente a $Id = 2'66$ en *V. subtriplicata*), con su labro más estrecho y los pliegues columelares menos marcados.

Volvarina casiguaya Espinosa, Ortea & Díez especie nueva
(Lámina 11D)

Material examinado: Siete ejemplares recolectados vivos en Guaimaral (localidad tipo), municipio Guamá, Santiago de Cuba. Holotipo: (8'9 mm de largo y 4'55 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-fusiforme, alargada y muy ancha ($Id = 1'95$), con el lado izquierdo convexo y el derecho algo sinuoso en su porción media (en vista oral). La espira es extendida (13%), ancha y aguda ($Av = 75^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y con un núcleo marcado, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 87 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su mitad posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho en su zona media y poco engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral algo extendido y engrosado. Columela con tres pliegues marcados, el segundo más desarrollado que los otros y el esbozo de un cuarto pliegue apenas visible. Color de fondo pardo naranja, casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo naranja más oscuro, una posterior subsutural, otra por debajo del hombro de la vuelta y la tercera hacia la región anterior de la última vuelta; la protoconcha es del mismo color que la teloncha y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labio externo son blancos.

Animal muy coloreado, verde oliváceo algo negruzco, cubierto por completo con notables manchas blancas y negras; en el borde del manto que recubre a la concha hay papilas cortas y anchas.

Etimología: Nombrada en honor de Casiguaya, esposa del cacique Guamá, quienes se opusieron a la colonización española de los aborígenes cubanos, por lo que fue detenida y ejecutada en Santiago de Cuba en la tercera década del siglo XVI.

Discusión: Las características generales de la concha y la coloración del animal, relacionan a *Volvarina casiguaya*, especie nueva, con *V. aethrae*, también descrita en este artículo, de la cual difiere por tener distintas proporciones de la concha, la espira más ancha y menos extendida, los pliegues columelares menos señalados y una coloración más oscura de la concha y del animal.

3. AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro reconocimiento a todos los amigos y colaboradores, que nos han donado material a lo largo del tiempo o que han participado y apoyado en las campañas de colecta.

A Andreia Salvador y Harry Taylor del NHMUK, Londres, por la información y las imágenes del material tipo de *V. subtriplicata*.

A Luis Álvarez Lajonchere, curador de Moluscos del Museo Poey, Universidad de La Habana, por las imágenes del holotipo de *V. isabellae*.

A los revisores anónimos que con sus observaciones y tenacidad han mejorado el contenido del artículo.

4. BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, R. T. 1974. *American seashells. Second Edition*, Van Nostrand Reinhold Co., Nueva York, 663 pp.
- ABBOTT, R. T. & S. P. DANCE. 1986. *Compendium of Seashells. A color guide to more than 4,200 of the World's Marine Shells*. American Malacologists, Inc., Melbourne, Florida, 411 pp.
- ARANGO, R. 1878-1880. *Contribución a la fauna malacológica cubana*. Montiel y Cia., La Habana, 280 pp.
- BAVAY, A. 1922. Sables littoraux de la Mer des Antilles provenant des abords de Colon et de Cuba. *Bulletin Museum National Histoire Naturelle, Paris*, 28(6): 423-428.
- BORRO, P. 1946. Una especie nueva de *Marginella* de Cuba. *Revista de la Sociedad Malacologica 'Carlos de la Torre'*, 4: 41-42.
- BOYER, F. 2001. Two *Volvarina* (Marginellidae) from deep waters off Northern Honduras. *Novapex*, 2(1): 3-8.
- BOYER, F. 2015. Revision des marginelles de Linné (Mollusques Prosobranches: Marginellidae et Cystiscidae). *Xenophora Taxonomy*, 8: 33-55.
- CABALLER, M., J. ESPINOSA & J. ORTEA. 2009. Dos nuevas especies del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) de Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* (Chile), 44(3): 533-538.
- CABALLER, M., J. ESPINOSA, J. ORTEA & S. NARCISO. 2013. Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda: Muricoidea) de Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* (Chile), 48(1): 115-129.
- COAN, E. V. & B. ROTH. 1976. Status of the genus *Hyalina* Schumacher, 1817 (Mollusca: Gastropoda). *Journal Molluscan Studies*, 42: 217-222.

- COSSIGNANI, T. 2006. *Marginellidae & Cystiscidae of the world*. Atlas with over 2,600 photos. L'Informatore Piceno, Ancona, 408 pp.
- COSSIGNANI, T. 2009. Nueva *Volvarina* dale Bahamas (Gastropoda, Prosobranchia Marginellidae). *Malacologia* (M. M.), 64: 30-31.
- COOVERT, G. A. & H. K. COOVERT. 1995, Revision of the Supraespecific Classification of Marginelliform Gastropods. *The Nautilus*, 109 (2-3): 43-110.
- DALL, W. H. 1889. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea, 1877-79, by the United States Coast Survey Steamer "Blake", Lieutenant-Commander C. D. Sigsbee, U. S. N., and Commander J. R. Bartlett, U. S. N. Commanding. XXIX Report on the Mollusca. Part 2, Gastropoda and Scaphopoda. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 18: 1-492.
- D'ORBIGNY, A. 1841, 1842. Mollusques. In: de la Sagra, R. ed., *Histoire Physique, Politique et Naturelle de l'île de Cuba*. Arthur Bertrand, Paris 1; 264 pp. Atlas (1842) laminas 1-28,
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 1995. Nueva especie del género *Prunum* (Mollusca: Neogastropoda) de la Cayería Norte de Cuba. *Avicennia*, 3: 1-4.
- ESPINOSA, J., & J. ORTEA. 1997a. Tres nuevas especies del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) de las costas de Cuba. *Avicennia*, 6/7: 111-116.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 1997b. *Osvaldoginella gomezi* (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) nuevo género y nueva especie del Atlántico Occidental tropical. *Avicennia*, 6/7: 141-145.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 1998. Nuevas especies de la Familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de Cuba y los Cayos de la Florida. *Avicennia*, 8/9: 117-134.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 1999a. Descripción de nuevas marginelas (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) de Cuba y del Caribe de Costa Rica y Panamá. *Avicennia*, 10/11: 165-176.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 1999b. Dos nuevas especies del género *Hyalina* Schumacher, 1817 (Mollusca: Neogastropoda) del Caribe de Costa Rica y de Cuba. *Avicennia*, 10/11: 177-183.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 1999c. Nuevos datos anatómicos y posición sistemática de marginelas cubanas (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae). *Avicennia*, 10/11: 187-188.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2000. Descripción de un género y once especies nuevas de Cysticidae y Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) del Caribe de Costa Rica. *Avicennia*, 12/13: 95-114.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2002. Nuevas especies de margineliformes de Cuba, Bahamas y el Mar Caribe de Costa Rica. *Avicennia*, 15: 101-128.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2003a. Nuevas especies de moluscos marinos (Mollusca: Gastropoda) del Parque Nacional Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Avicennia*, 16: 143-156.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2003b. Nuevas especies de moluscos gasterópodos marinos (Mollusca: Gastropoda) de las Bahamas, Cuba y el Mar Caribe de Costa Rica. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, 15(3-4): 207-216.

- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2004. Una nueva especie del género *Dentimargo* Coosmann, 1899 (Mollusca: Neogastropoda) del Parque Nacional Caguanes, Sancti Spiritus, Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, 16(4): 121-129.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2005a. Tres nuevas especies del género *Volvarina* Hinds, 1844. *Avicennia*, 18: 45-51.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2005b. Nuevas especies de margineliformes (Mollusca: Gastropoda) del Mar Caribe y el Golfo de México de Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XVII (4): 117-122.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2012. Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de la isla Guadalupe (Karukera), Antillas Menores, Mar Caribe. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXIV (3): 119-151.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2013a. Nuevas especies de los géneros *Dentimargo* Cossmann, 1899 y *Eratoidea* Weinkauff, 1879, y nuevo género de marginélido de la Isla de la Guadeloupe, Antillas Menores, Mar Caribe (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae). *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 111-127.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2013b. Nuevas especies de la familia Marginellidae (mollusca: gastropoda: prosobranchia) de cuatro islas del Caribe: Cuba, Curazao, Guadalupe y Martinica. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 195-218.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2014. Nuevas Especies de Moluscos Gasterópodos (mollusca: gastropoda) del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Sector Baracoa, Guantánamo, Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXVI: 107-135.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & Y. L. DIEZ. 2012. Nueva especie de marginela del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Neogastropoda) de la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXIV (3): 115-118.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & L. MORO. 2008a. Nueva especie de marginela del género *Prunum* Herrmannsen, 1852 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) de Parque Nacional Alejandro de Humboldt, sector Baracoa, *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XX (3-4): 19-22.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & L. MORO. 2008b. Tres nuevas especies de marginelas del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) de la región occidental de Cuba *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XX (3-4): 23-28.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & L. MORO. 2009. Nuevos datos y nuevas especies de la Familia Marginellidae Fleming, 1828 (Mollusca: Neogastropoda) en el Archipiélago Cubano. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXI (3-4): 59-79.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & L. MORO. 2010. Nuevos datos sobre la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) en Cuba, con la descripción de nuevas especies. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXII (4), 161-188.
- ESPINOSA, J., ORTEA, J. & MORO, L. 2011. Designación del neotipo de *Dentimargo reductus* (Bavay, 1922) (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae), con la descripción de nuevas especies del género de Cuba y las Bahamas *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXIII (3): 49-57.
- GARCÍA-CUBAS, A. & M. REGUERO. 2004. *Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe*. Universidad Nacional Autónoma de México, 168 pp.

- JOHNSON, C. W. 1934. List of marine mollusca of the Atlantic Coast from Labrador to Texas. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, 40(1): 1-204.
- JOUSSEAUME, F. 1875. Coquilles de la famille des marginelles. Monographie. *Revue et Magasin de Zoologie*, 3(3): 164-271, 429-435, pls. 7-8 [tiré-à-part: 1-115, pls. 7-8].
- LIPE, R. E. 1991. *Marginellas. The Shell Store*, St. Petersburg Beach, Florida, 40 pp.
- LIPE, R. E. & R. T. ABBOTT. 1981. *Living shells Of the Caribbean and Florida Keys*. American Malacologists, Inc., Melbourne, Florida, 80 pp.
- MAGAÑA, J., J. ESPINOSA & J. ORTEA. 2003. Descripción de dos nuevas especies del género *Prunum* Herrmannsen, 1852 (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae) del Caribe y el Pacífico de Costa Rica. *Avicennia*, 16: 121-128.
- MCCLEERY, T. 2011. A revision of the genus *Eratoidea* Weinkauff, 1879 (Gastropoda: Marginellidae). *Novapex*, 12 (HS 8): 1-111
- ORTEA, J. 1972. *Taxonomía numérica de Bivalvos*. III European Philips Contest. Mimeografiado. Libro de resúmenes p. 42, Ediciones Dayton, Madrid.
- ORTEA, J. 2014. Cómo integrar ciencia y naturaleza: descripción de nuevas especies de *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Marginellidae) de la isla de Guadalupe y sus islotes satélites (Antillas Menores, Mar Caribe), nombradas en honor de treinta mujeres distinguidas con el premio l'Oreal-UNESCO. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, Vol. XXVI: 129-188.
- ORTEA, J. & J. ESPINOSA. 1998. Dos nuevas especies de moluscos marinos (Mollusca: Gastropoda) recolectadas en los sub archipiélagos Jardines de Rey y Jardines de la Reina, descritas en honor de los Reyes de España por su primera visita a Cuba. *Avicennia*, 8/9: 1-6.
- SARASÚA, H. 1992. *Marginella (Prunum) antillana* especie nueva de aguas cubanas (Prosobranchia: Marginellidae). *Apex*, 7(1): 1-2.
- SARASÚA, H. 1989. Nueva especie antillana de *Marginella* (Prosobranchia: Neogastropoda). *Publ. Ocas. Soc. Port. Malac.*, 16: 37-38.
- SOWERBY, G. B. II. 1847. "Monograph of the genus *Marginella*". En: *Thesaurus Conchyliorum, or Monograph of Genera of Shells*. London, págs. 375-406, láms. 74-78.
- TRYON, G. W. 1883. Marginellidae, Olividae, Columbidae. *Manual of Conchology*, V, Philadelphia, 276 pp., 63 láms.
- VOKES, E. H. & E. H. VOKES. 1983. Distribution of shallow-water marine mollusca, Yucatan Peninsula, Mexico. *Middle Amer. Res. Inst.*, 54: 1-83.
- WARMKE, G. L. & R. T. ABBOTT. 1961. *Caribbean Seashells*. Livingston Publishing Company: Wynnewood, PA., 348 pág.

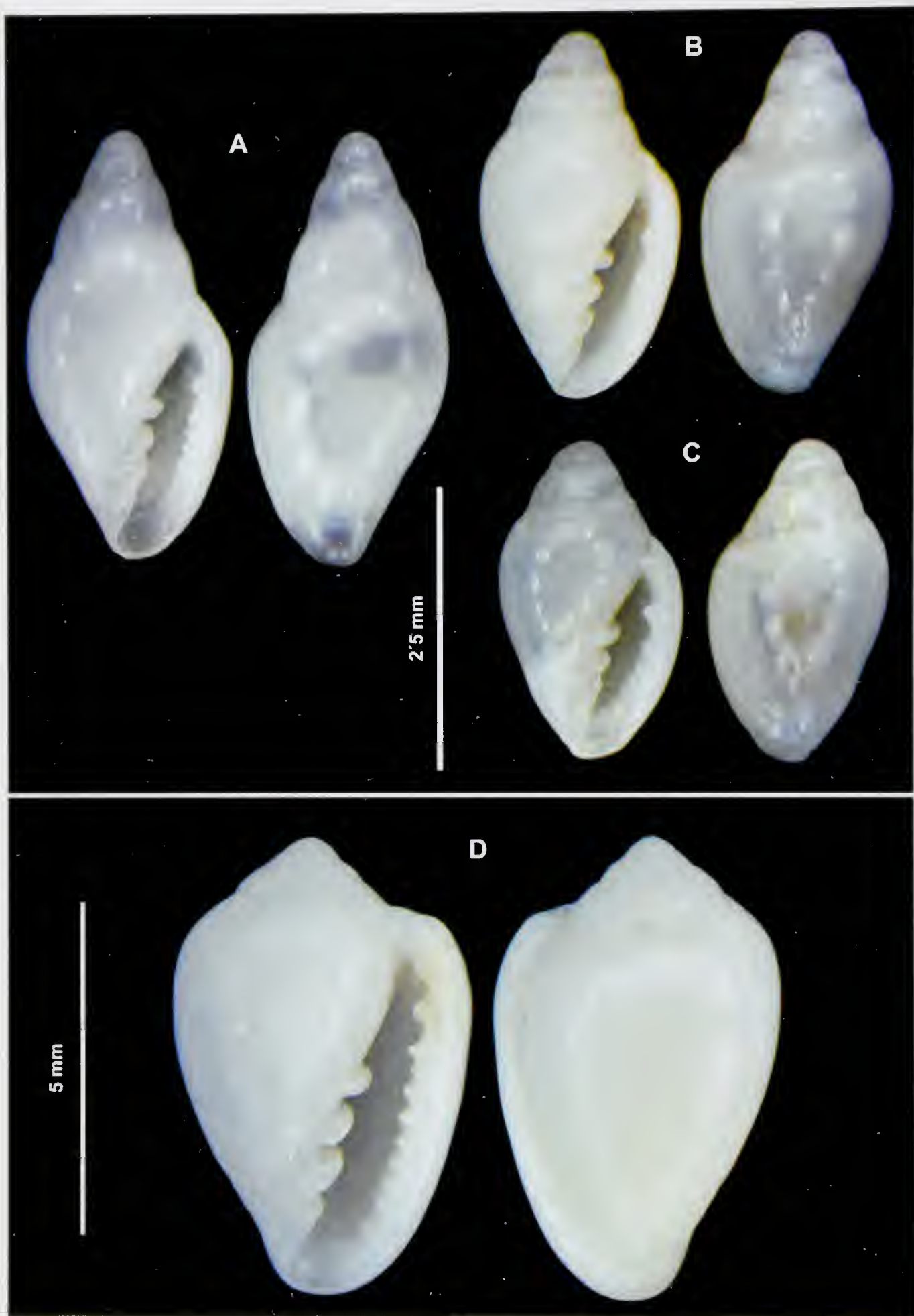


Lámina 1.- Holotipos de: *Dentimargo caribbaeus* (A), *Dentimargo kicoi* (B), *Dentimargo mayabequensis* (C) y *Eratoidea jaumei* (D).

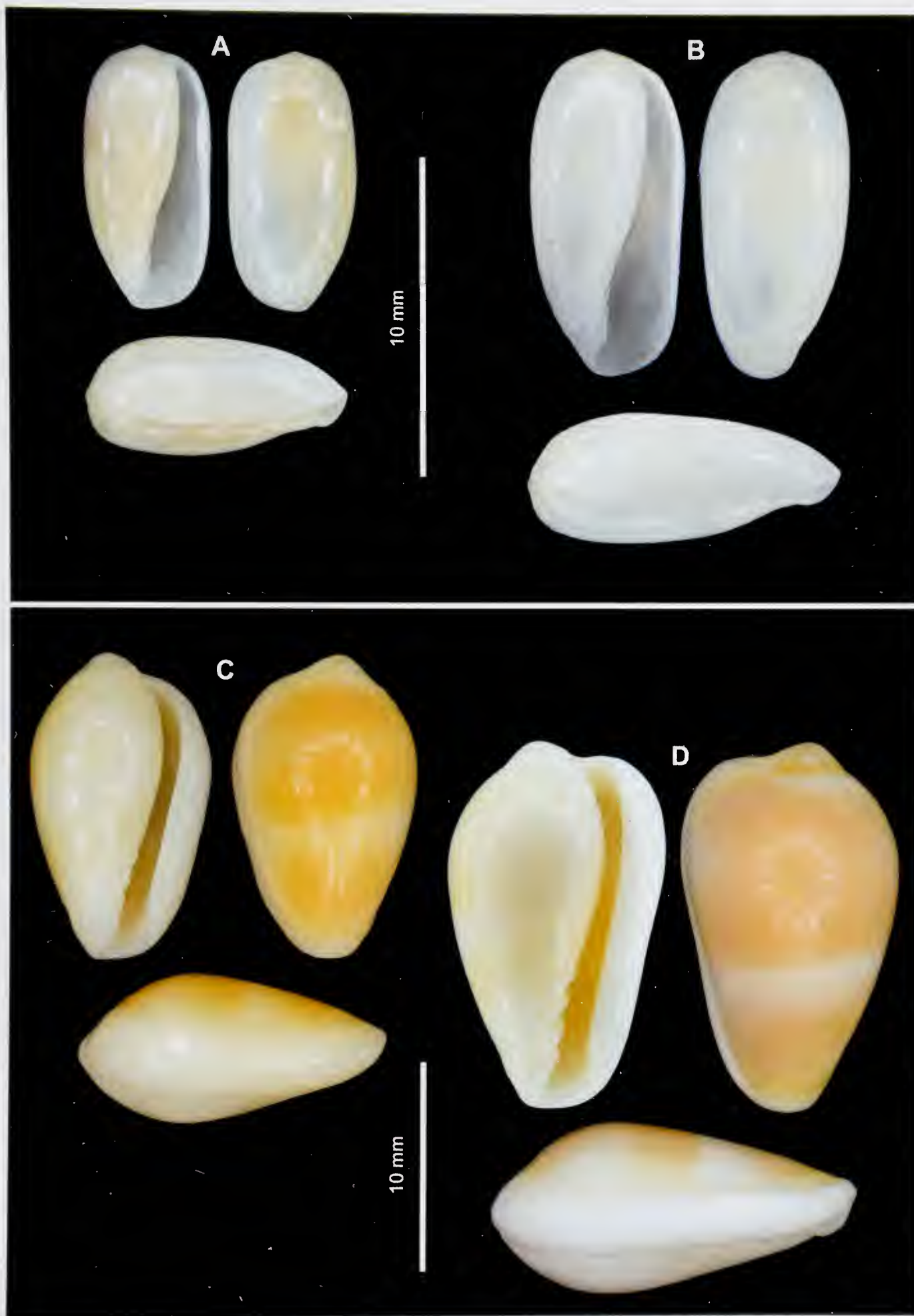


Lámina 2.- Holotipos de: *Hyalina angelquirosi* (A), *Hyalina aurorae* (B) y *Prunum arangoi* (D). Ejemplar (17'7 × 10'75 mm) de *P. carneum* (Storer, 1837) de La Florida (D).

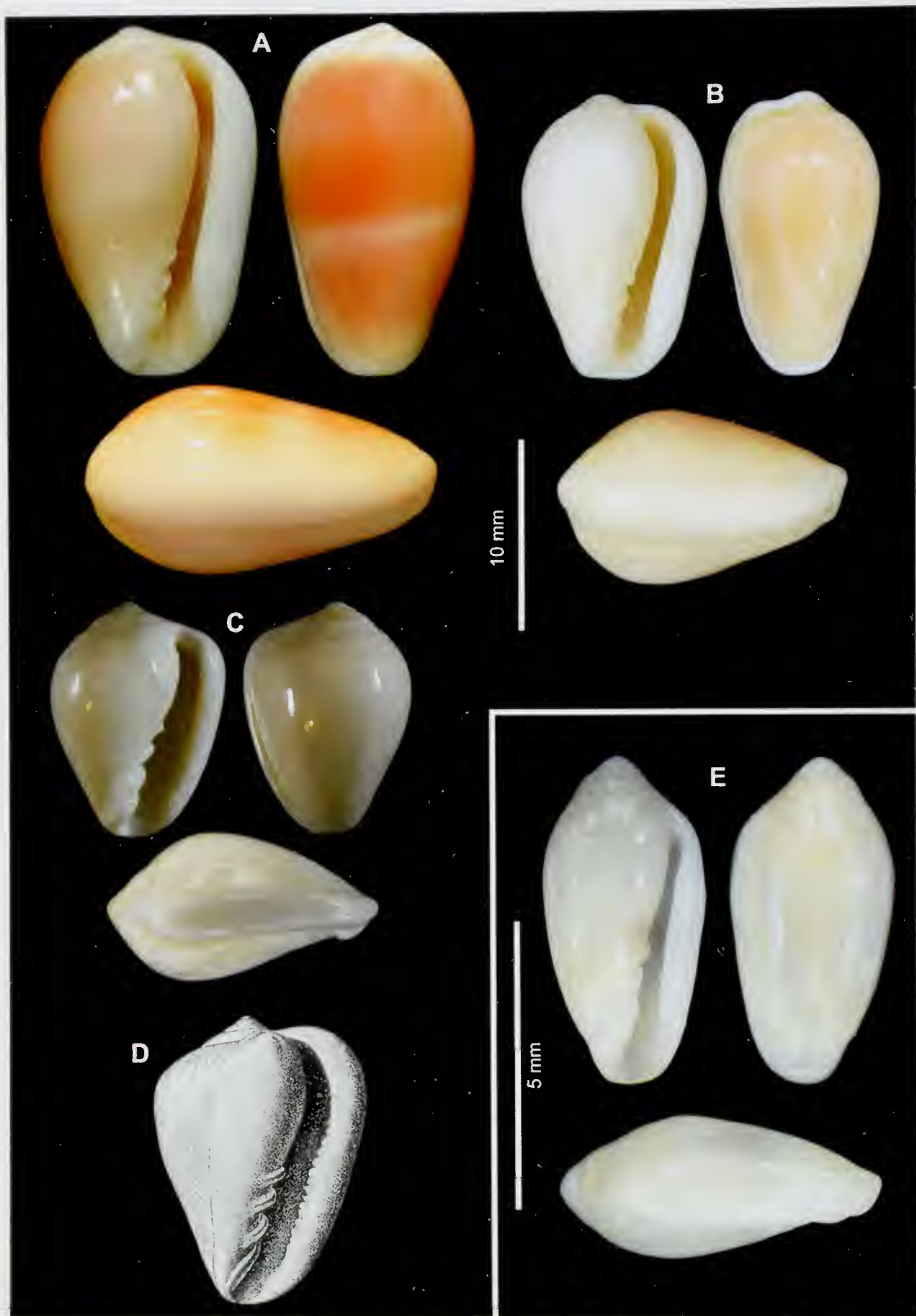


Lámina 3.- Holotipos de: *Prunum hunabi* (A), *Prunum poeyi* (B), *Prunum egmontensis* (C) y *Prunum ianusi* (D).



Lámina 4.- Holotipos de: *Volvarina alayoni* (A), *Volvarina bellamatancera* (B), *V. isabelae* (Borro, 1946), Cojimar, La Habana, 4'3 × 2'4 mm (C) y *Volvarina ireneae* (D).

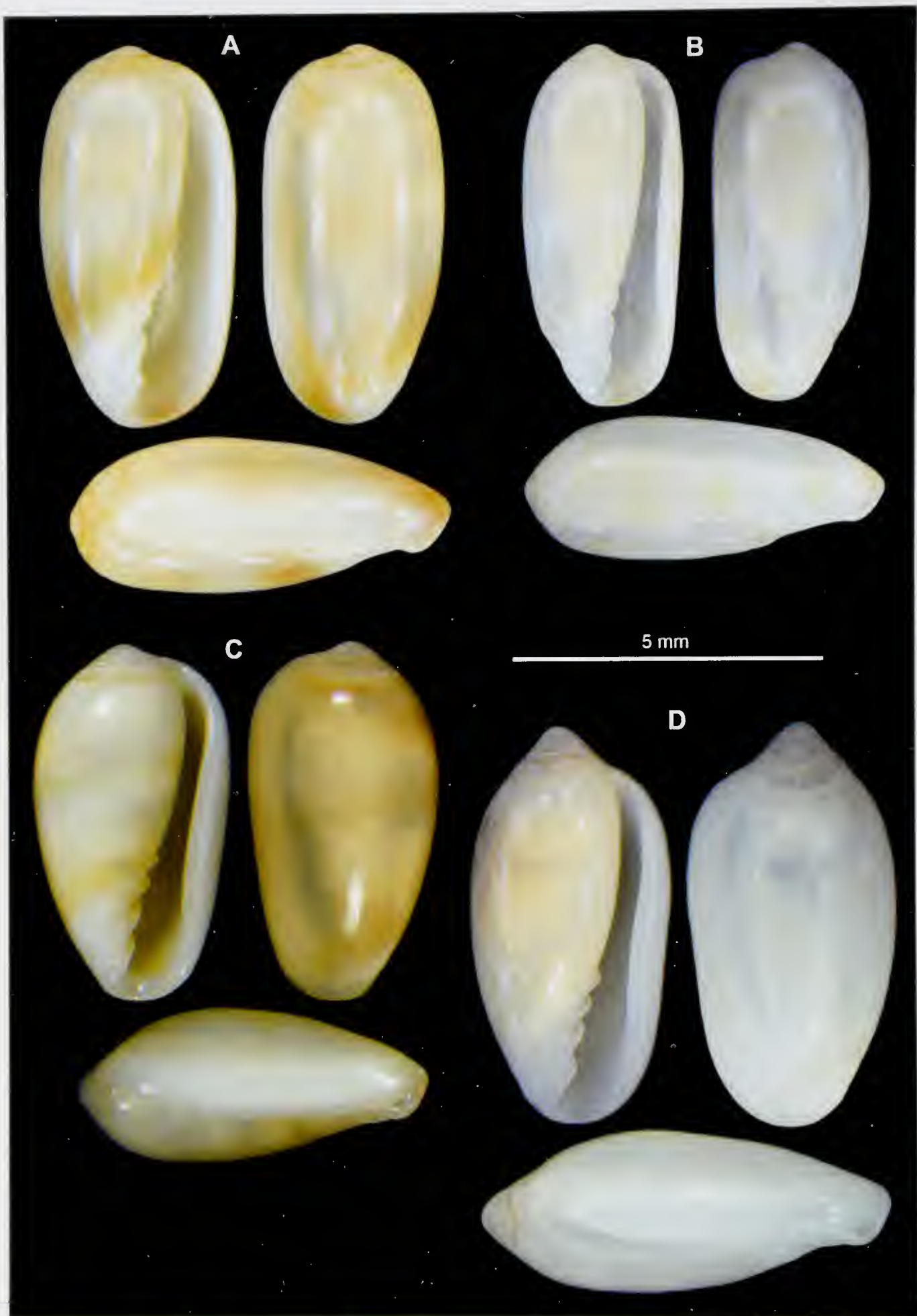


Lámina 5.- Holotipos de: *Volvarina anamariae* (A), *Volvarina borinquensis* (B), *Volvarina gemma* (C) y *Volvarina dorisae* (D).



Lámina 6.- Holotipos de: *Volvarina nautica* (A), *Volvarina toroensis* (B), *Volvarina cubana* (C) y *Volvarina ixchela* (D).

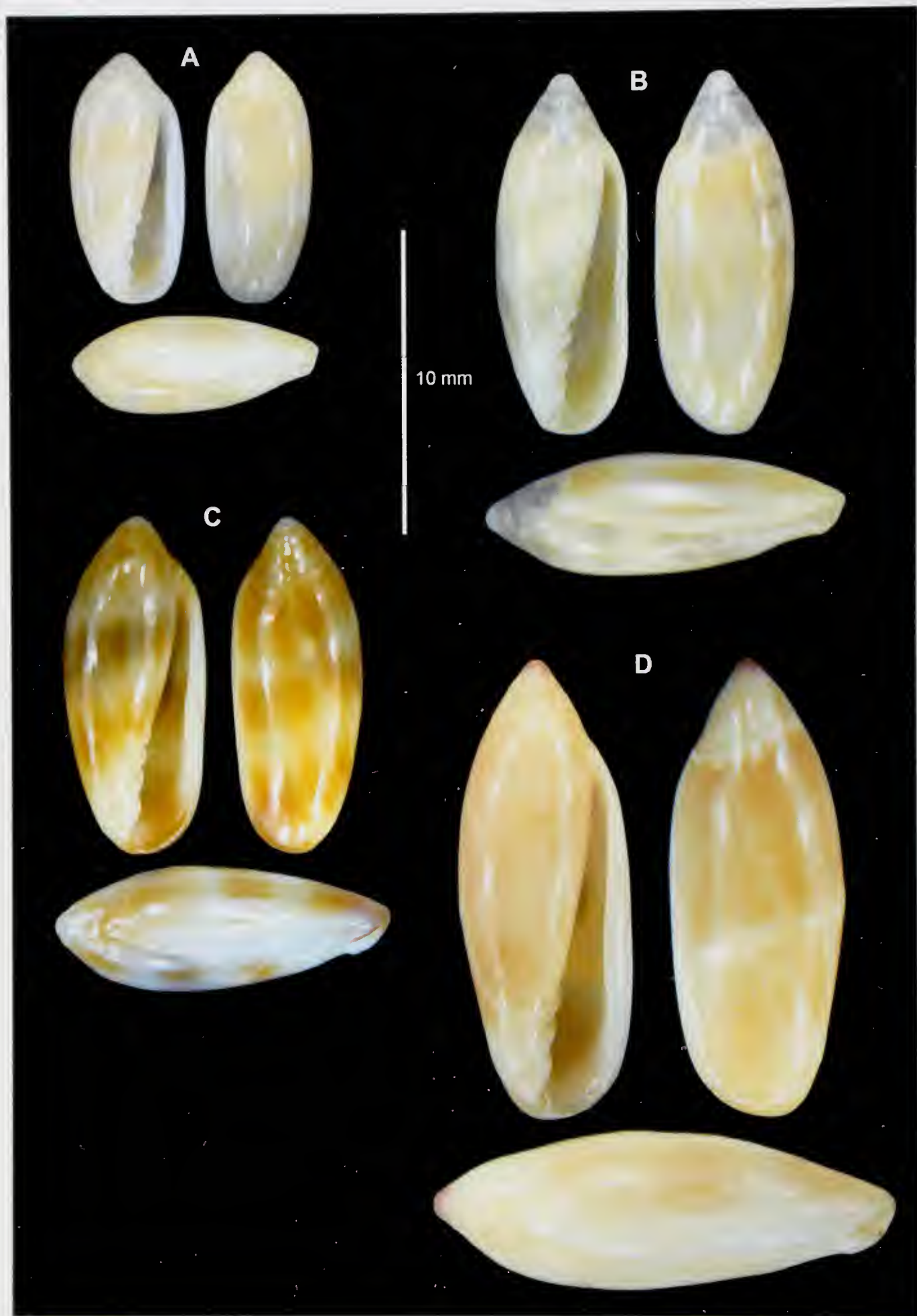


Lámina 7.- Holotipos de: *Volvarina xamaneki* (A), *Volvarina yunkaxi* (B), *Volvarina cybelesae* (C) y *Volvarina hemingwayi* (D).

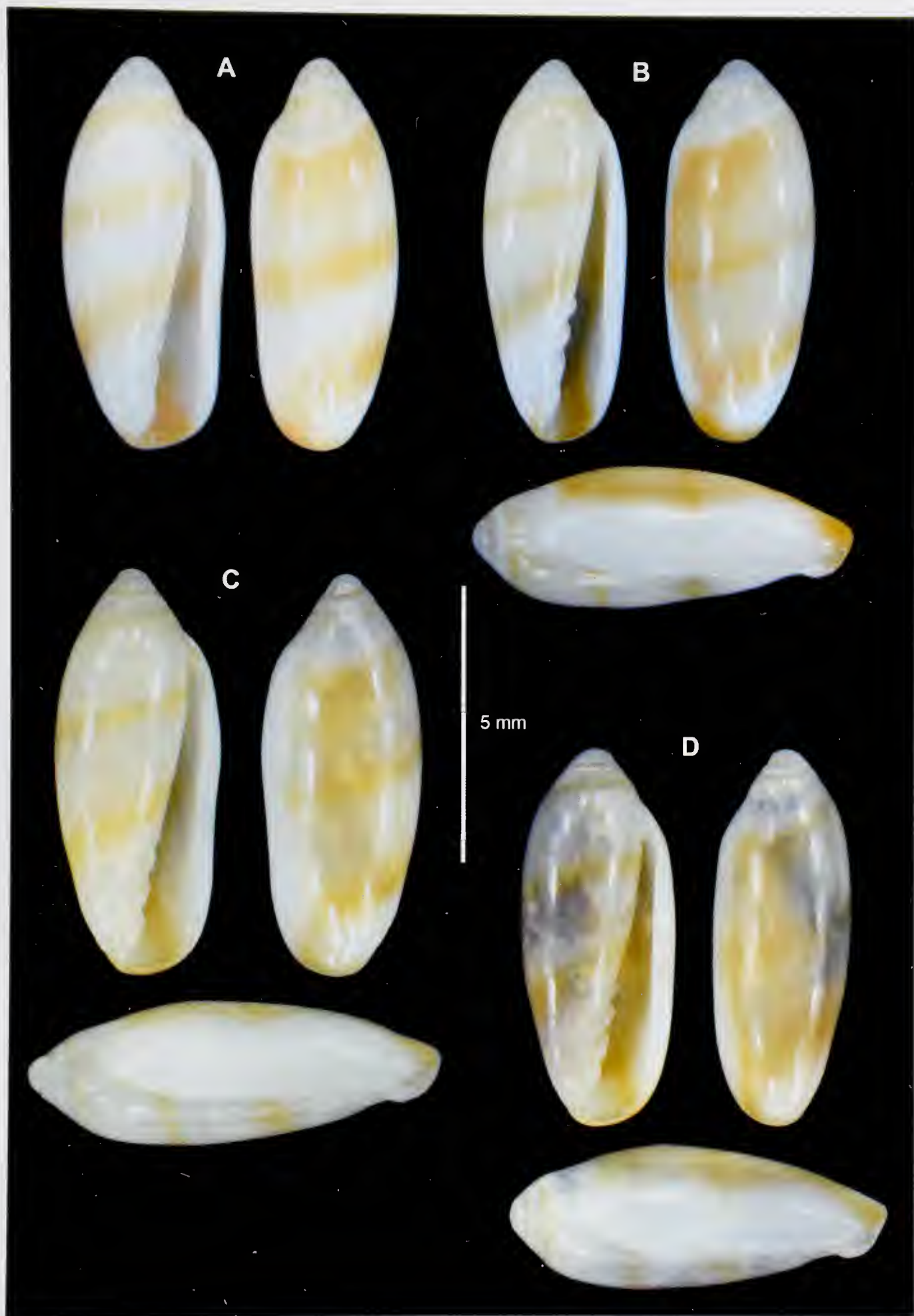


Lámina 8.- Holotipos de: *Volvarina juanjoi* Espinosa & Ortea, 1998 (A), *Volvarina amphitrite* (B), *Volvarina calliopeae* (C) y *Volvarina callypsoe* (D).

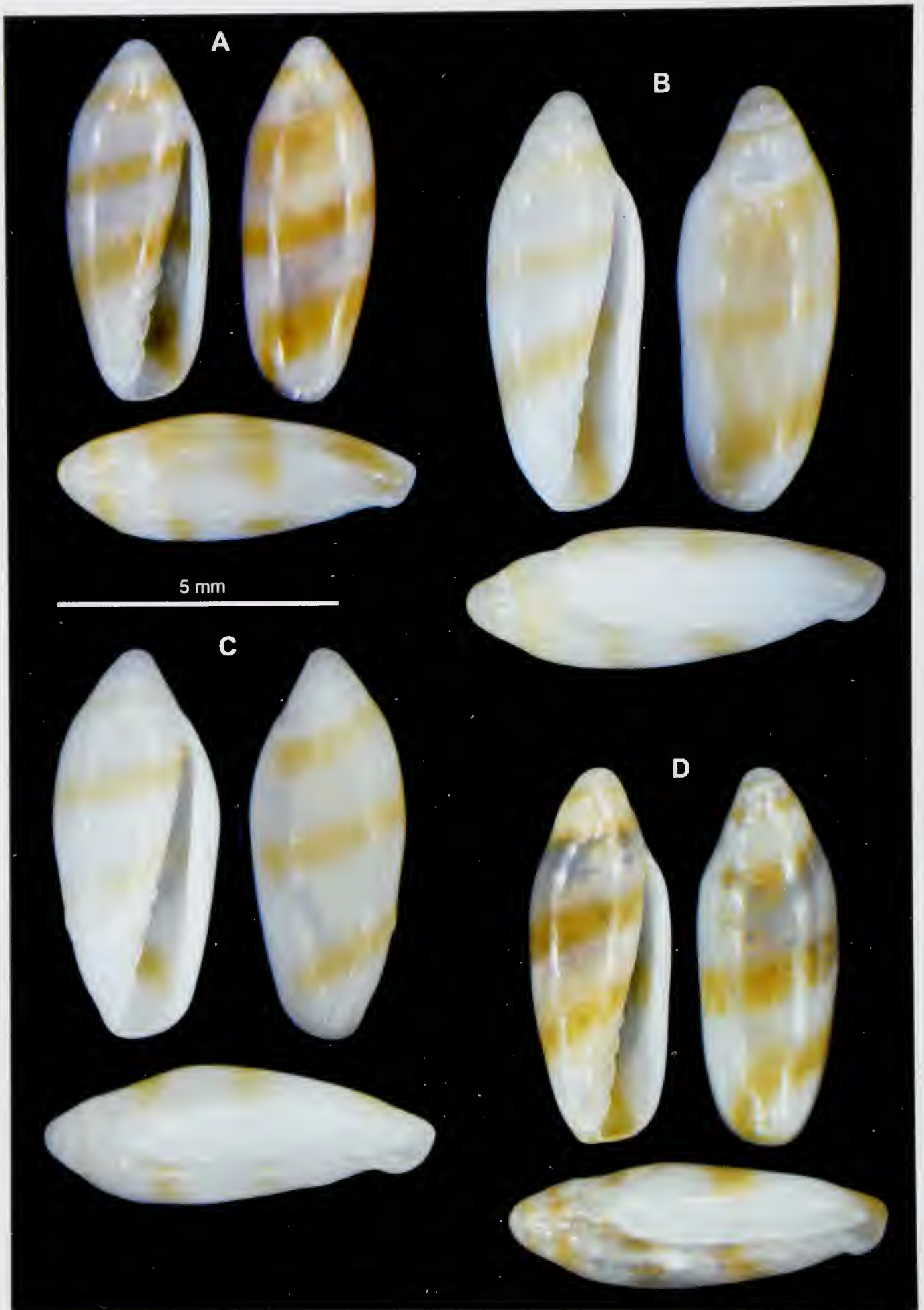


Lámina 9.- Holotipos de: *Volvarina ariadnae* (A), *Volvarina pallasae* (B), *Volvarina pandorae* (C) y *Volvarina phorcusi* (D).

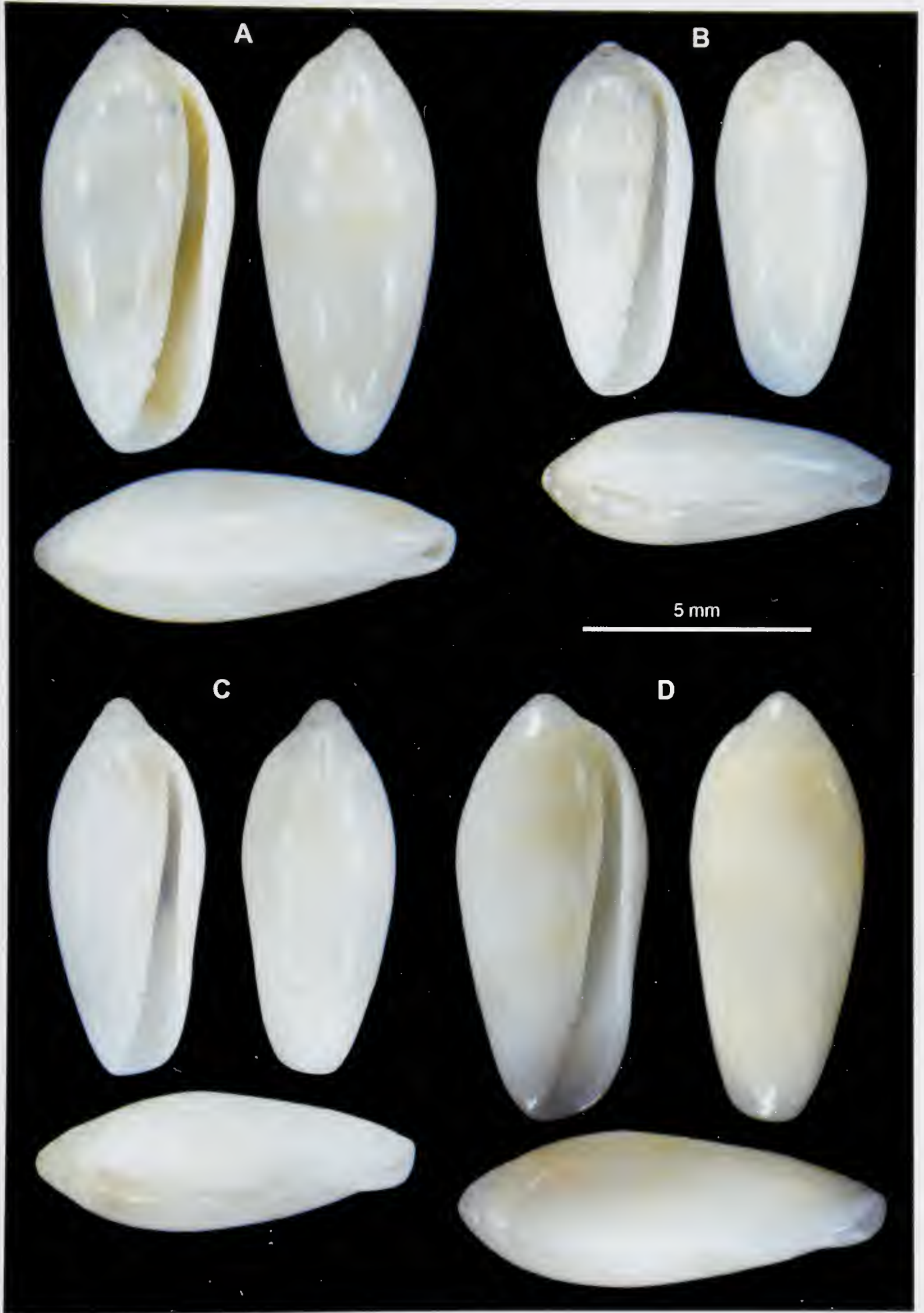


Lámina 10.- Holotipos de: *Volvarina aethrae* (A), *Volvarina aglae* (B), *Volvarina fifi* (C) y *Volvarina thaliae* (D).

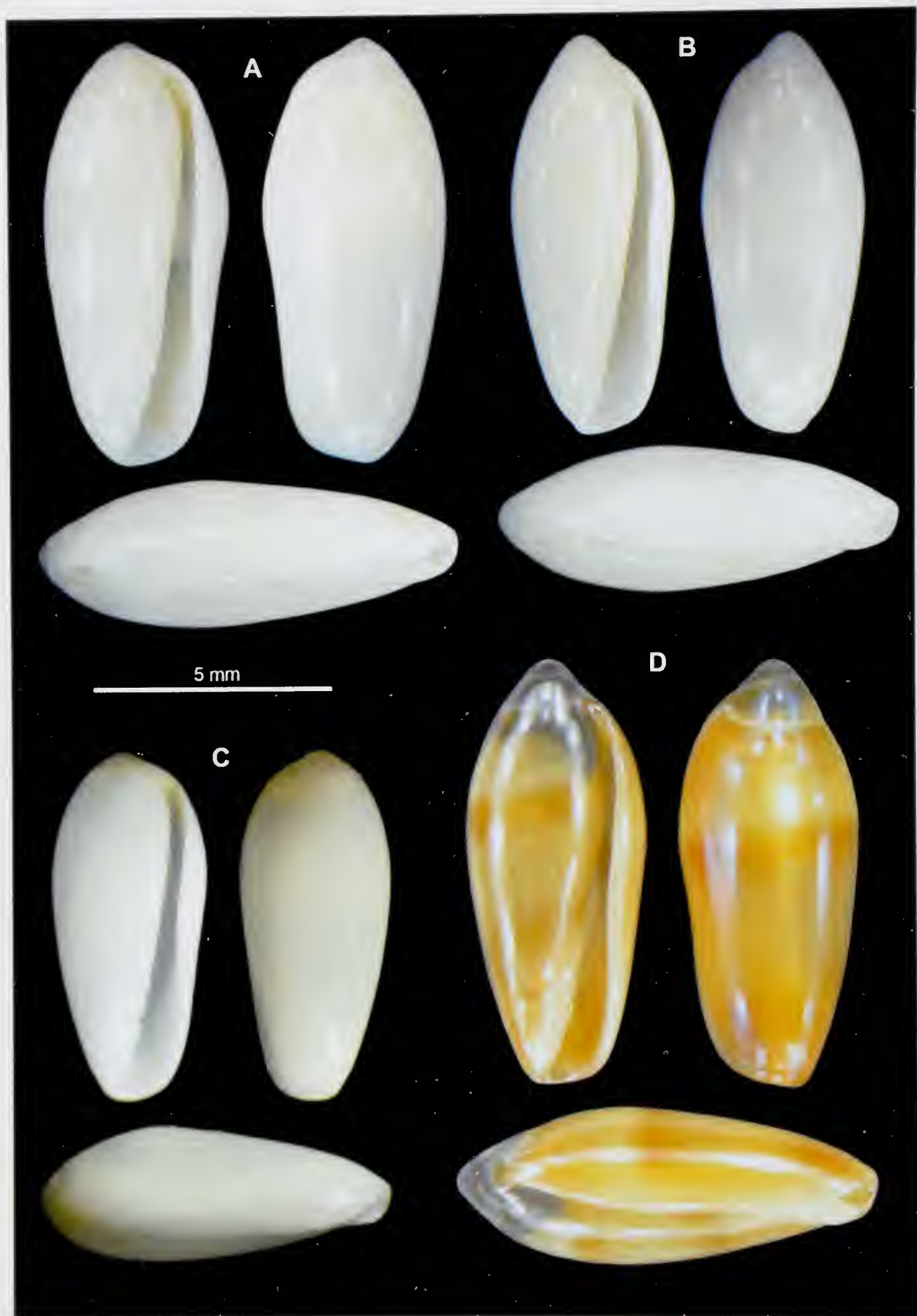


Lámina 11.- Holotipos de: *Volvarina penelope* (A), *Volvarina irisae* (B), *Volvarina caprina* (C) y *Volvarina casignaya* (D).

Estudio de un grupo de especies caribeñas enmascaradas en el nombre *Aegires sublaevis* Odhner, 1932 (Mollusca: Nudibranchia) utilizando técnicas tradicionales

Ortea¹, J., Moro², L. & Espinosa³, J.

¹ Departamento BOS, Universidad de Oviedo. Oviedo, España.

² Servicio de Biodiversidad, Gobierno de Canarias
Edif. Usos Múltiples I, Av. Anaga no 35, Pl. 11, 38071, Santa Cruz de Tenerife, islas Canarias
lmoraba@gobiernodecanarias.org

³ Instituto de Oceanología, Avda. 1a nº 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba

RESUMEN

Se estudian ejemplares de *Aegires sublaevis* Odhner, 1932, de las islas Canarias para establecer los caracteres distintivos de la especie y su variabilidad, con la finalidad de separar cuatro taxones afines en el Mar Caribe que son descritos como nuevas especies, mediante técnicas propias de la taxonomía tradicional.

Palabras clave: Mollusca, Nudibranchia, nuevas especies, *Aegires*, mar Caribe.

ABSTRACT

Specimens from the Canary Islands of *Aegires sublaevis* Odhner, 1932 are studied to establish the distinctiveness of the species and its variability, in order to separate four closely related taxa in the Caribbean Sea, which are described as new species, using techniques of traditional taxonomy.

Key words: Mollusca, Nudibranchia, new species, *Aegires*, Caribbean Sea.

1. INTRODUCCIÓN

La contribución más reciente sobre el género *Aegires* Lovén, 1844, en el Caribe es la descripción de *Aegires ochum* Ortea, Espinosa & Caballer, 2013, en La Guadalupe, Antillas Menores, un animal con una textura del manto única y bien diferenciada del resto de congéneres atlánticos (ORTEA, ESPINOSA, BUSKE & CABALLER, 2013); dicha descripción, realizada a partir de un solo ejemplar, es más un hecho obligado que excepcional; las especies de *Aegires* son muy crípticas con el sustrato, tienen movimientos extraordinariamente lentos y su densidad de población es muy baja, circunstan-

cias que limitan la disponibilidad de animales para realizar estudios anatómicos y que han hecho que todas las especies atlánticas descritas en los últimos 30 años lo hayan sido a partir de un solo ejemplar y con técnicas tradicionales: *A. ortizi* Templado, Luque & Ortea, 1987 (Caribe), *A. gomezi* Ortea, Luque & Templado, 1990 (Caribe), *A. palensis* Ortea, Luque & Templado, 1990 (Mediterráneo), *A. absalaoi* García, Troncoso y Domínguez, 2002 (Brasil), *A. ochum* Ortea, Espinosa y Caballer, 2013 (Caribe) y *A. evorae* Moro y Ortea, 2015 (Cabo Verde), las tres primeras con aportaciones anatómicas adicionales en FAHEY & GOSLINER (2004). Los animales vivos de *A. ortizi* y *A. gomezi* aparecen ilustrados en VALDÉS, HAMMAN, BEHRENS & DUPONT (2006) y REDFERN (2013); y los de *A. palensis* en TEMPLADO & MORENO (2011); en REDFERN (2013 fig. 848) y ORTEA *et al.* (2013) hay se ilustran animales vivos de *A. sublaevis* de Bahamas y Guadalupe.

En esta contribución, cuarta sobre el género, estudiamos los ejemplares que hemos recolectado en el mar Caribe durante los últimos 20 años que no han sido objeto de publicaciones parciales; la mayoría de ellos corresponden al binomio un ejemplar/un punto de colecta, asociado con frecuencia en las colecciones con el nombre *Aegires sublaevis*, descrito originalmente en Tenerife, islas Canarias, cuya inclusión en este trabajo se hace para poder establecer las comparaciones necesarias que faciliten la separación de taxones enmascarados *sensu* BALLESTEROS, LLERA & ORTEA (1984) (=crípticos, de autores posteriores).

2. MATERIALES Y METODOS

El material estudiado en este trabajo ha sido obtenido con técnicas de búsqueda directa, aplicadas en buceos con escafandra autónoma en fondos rocosos y en las paredes de cuevas submarinas, desde la orilla hasta los 25 m de profundidad. De todos los ejemplares se tomaron datos anatómicos en vivo y se dibujaron o fotografiaron para un estudio posterior. Solo uno de los ejemplares procede de un dragado en La Guadalupe a 5 m de profundidad.

En todos los ejemplares estudiados se extrajo el bulbo bucal a través de una incisión en el lateral izquierdo de la cabeza, bulbo que fue destruido con sosa caustica disuelta en agua para obtener la pieza mandibular dorsal y la rádula; la primera es una pieza de arquitectura singular, poco estudiada hasta ahora, con una placa centro dorsal en la que se distinguen dos laminas superpuestas, la superior entera y la inferior formada por sus bordes laterales plegados hacia dentro (figuras 1 B y D) o por otra lámina paralela soldada con ella en su borde anterior del que sale un arco con bastones por cada lado, formando una diadema; esta pieza mandibular impar parece tener una forma característica de cada especie, aunque las que aquí se describen lo son a partir de un sólo ejemplar.

Otro carácter anatómico tenido en cuenta es la rádula, con pocas filas (10 a 15) y pocos dientes por cada media fila (12-23); nunca se ha encontrado un animal caribeño con más de 20 dientes, como en Canarias, ni nunca ha sido hallado en Canarias un ejemplar con 15 filas, como sucede en la isla caribeña de La Guadalupe. Los dientes son siempre ganchudos, simples y robustos, variando en cada especie las proporciones que alcanzan a lo largo de la fila los ganchos y las bases de los laterales internos, medios y externos.

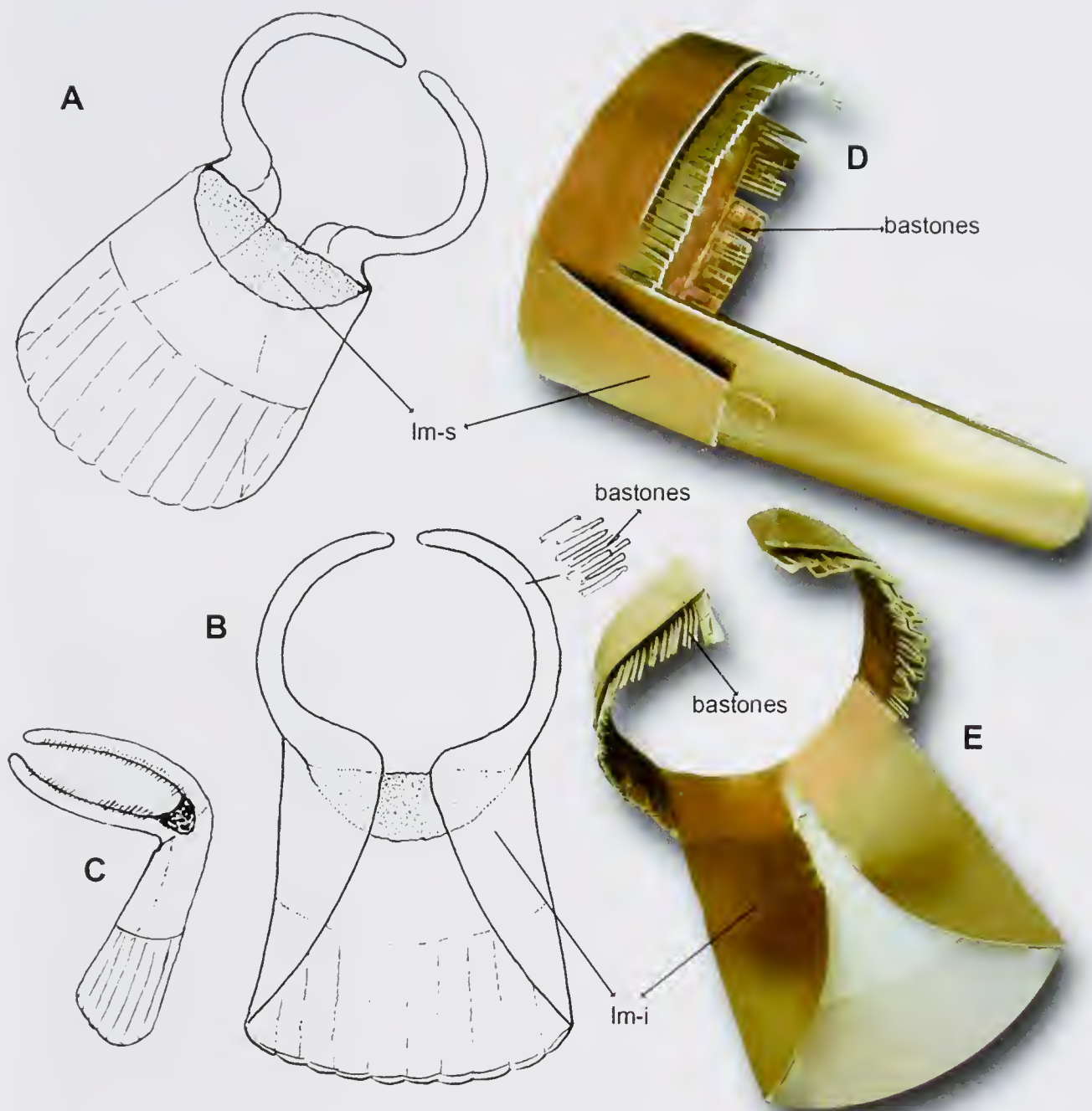


Figura 1.- Esquema (A-C) y modelo tridimensional (D-E) de la estructura de la pieza mandibular dorsal de las especies de *Aegires* que permite visualizar su arquitectura funcional. En FAHEY & GOSLINER (2004) se puede observar su estructura al MEB. Abreviaturas: Im-i= lámina mandibular inferior, Im-s= lámina mandibular superior.

3. SISTEMÁTICA

Clase GASTROPODA

Subclase HETEROBRANCHIA

Orden NUDIBRANCHIA

Familia AEGIRIDAE Fischer, 1883

Género *Aegires* Lovén, 1844

Aegires sublaevis Odhner, 1932.

(Láminas 1 y 2)

Ark. Zool. 23A (14): 39-41, pl.2, figuras 8-10. Localidad tipo: Puerto de La Orotava, Tenerife

Material examinado: En MORO & ORTEA (2015) se publica una lista de los ejemplares colectados en las islas Canarias, cercanos o no a su localidad tipo, sobre los que basaron la descripción gráfica de su variabilidad cromática en el archipiélago y la de la rádula con la talla; en dicho trabajo, dos especies enmascaradas (cripticas), *Notodoris lanzarotensis* de Lanzarote y *Aegires evorae* de Sal, Cabo Verde, se describen como nuevas para la Ciencia.

Observaciones. Las características anatómica internas del material estudiado, cercano a su localidad tipo, coinciden con las descritas en TEMPLADO, LUQUE & ORTEA (1987), salvo las bandas de bastones de la armadura labial que no citan dichos autores, ni THOMPSON (1981), en material de Bermudas, o FAHEY & GOSLINER (2004) en animales de Azores y Galápagos; dichas bandas son verdaderos cepillos con unos 45 bastones de hasta 100 μm de largo en cada una, cuya longitud disminuye cuanto más ventral es el bastón, hasta las 20 μm de los más pequeños; la pieza mandibular dorsal mide unas 270 μm de ancho en un ejemplar de 7 mm y 380 en otro de 13 mm, tiene la región inmediata a su borde libre en forma de abanico y es más rojiza (más queratinizada), cuanto mayor es el animal. En el juvenil de 3 mm la placa mandibular dorsal midió 200 μm de ancho con unos 30 bastones en cada banda lateral. En todos los ejemplares disecados no varía la forma de la placa, pero sí lo hace su anchura y aumenta el número de bastones, pero no su longitud. (lámina 1 F-G). La cutícula labial anterior a los arcos con bastones es lisa y traslúcida

En un juvenil de 3 mm la fórmula radular fue de $13 \times 14.0.14$ y su arquitectura similar a la descrita en animales mayores; en otros dos de 7 mm fijados fue $14 \times 17.0.17$ y $14 \times 19.0.19$ (lámina 1 H-I), en el primero los dientes aumentan de tamaño en la fila hasta el número 9-10, mantienen sus proporciones del 11 al 14 y decrecen del 15 al 17. La base del lateral más interno mide 45 μm y la del más externo 70 μm . En otro de 13 mm fijado fue $14 \times 23.0.23$; los dientes laterales internos 1-13 aumentan progresivamente de tamaño en la fila, del 14 al 19 hay muy poca variación en el tamaño y del 20-23 su tamaño decrece.

En el manto de todos los ejemplares de las islas Canarias (lámina 2), las dos quillas dorsales se continúan por la cubierta branquial delimitando su joroba central, carácter que no se aprecia en la mayoría de sus congéneres caribeños asociados a *sublaevis*. El cuerpo

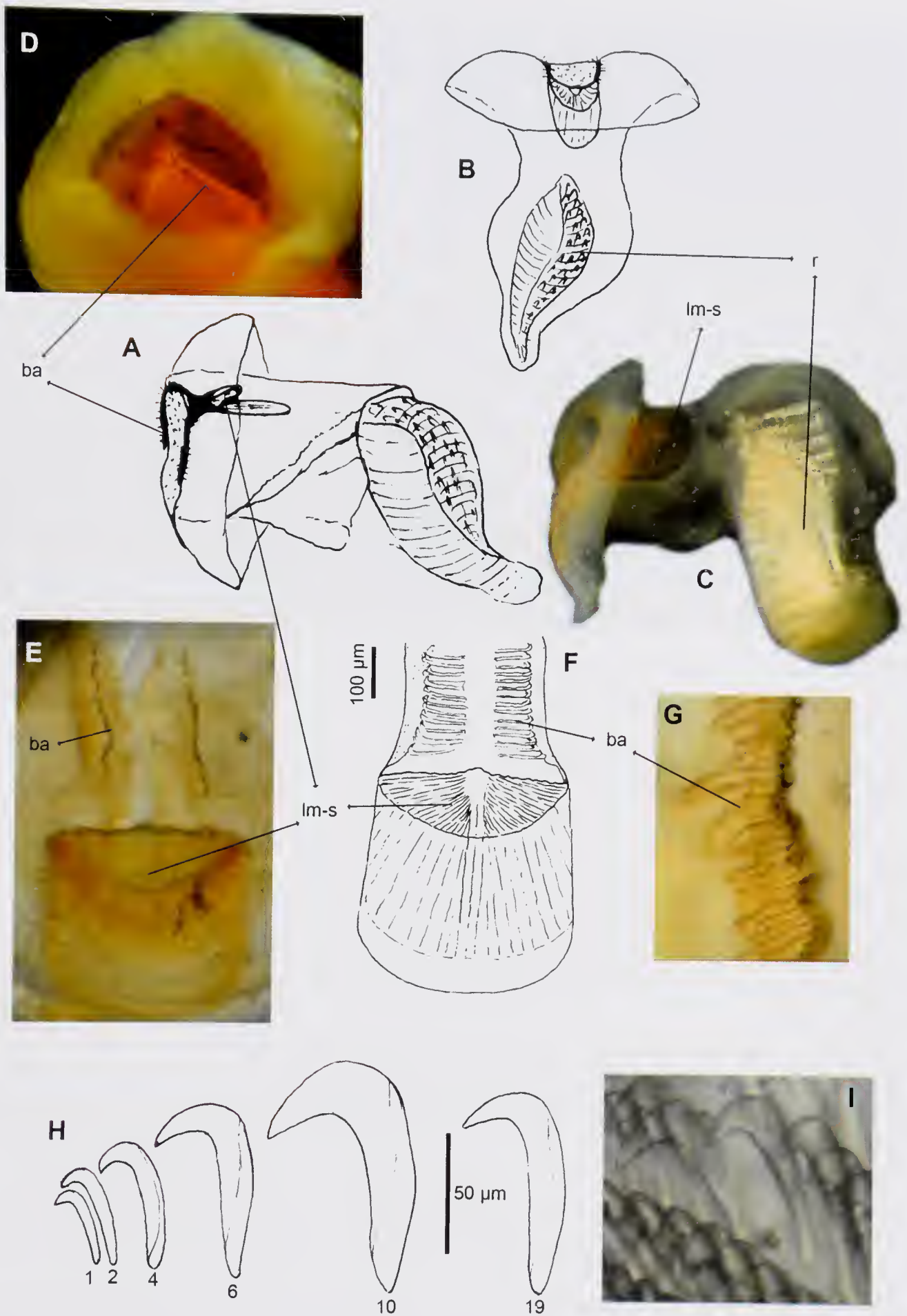


Lámina 1.- *Aegires sublaevis*: esquema, en vista lateral (A) y dorsal (B), y microfotografía (C) de la armadura labial; detalles de la lámina mandibular superior y bastones (E-G); dientes radulares (H-I). Abreviaturas: ba= bastones, lm-s= lámina mandibular superior, r= rádula.



Lámina 2.- Ejemplar de *Aegires sublaevis* de las islas Canarias.

de los ejemplares colectados en las cuevas submarinas de las islas Canarias, comparado con los del infralitoral, tiene una coloración más contrastada entre los parches castaño y el tono crema-amarillento del resto del manto; las dos quillas del dorso que convergen por detrás de los rinóforos encierran un gran parche oscuro central y por fuera de ellas hay 4-5 grandes parches laterales en el espacio que hay entre los rinóforos y la branquia.

Una vez fijados la coloración cambia a beige tostado, con los parches castaño oscuro. En los ejemplares menores de 3 mm las jorobas del manto estaban cubiertas de espículas erizadas, como acericos con alfileres, que son cada vez menos aparentes con el aumento de talla.

La mayoría de los animales caribeños atribuidos a esta especie en Panamá, Bermudas, Cuba y Guadalupe (MEYER, 1977; THOMPSON, 1981; FAHEY & GOSLINER, 2004; VALDES *et al.*, 2004; ORTEA *et al.*, 2012) conforman un complejo de especies, que se estudia a continuación

Aegires gracilis especie nueva
(Lámina 3)

Material: Manzanillo, Limón, Costa Rica, un ejemplar de 4 mm de largo fijado, colectado (8.10.1999), bajo las piedras de una solapa entre 1 y 2 m de profundidad. María la Gorda (localidad tipo), Guanahacabibes, Cuba, dos ejemplares de 7 y 8 mm fijados (9-11 mm en vivo), colectados (2.11. 2007) en las paredes de una cueva a 25 m de profundidad. Holotipo ejemplar de 7 mm depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: La coloración general del cuerpo es avellana ceniciento, con cinco manchas dorsales romboides, de color castaño oscuro con un halo blanquecino; la mayor de ellas ocupa una posición medio dorsal, dos se encuentran por detrás, anteriores a la cubierta branquial y las otras por delante, cerca de las vainas rinofóricas, entre las que hay otras dos manchitas más pequeñas; el ejemplar de 4 mm tenía una tenue banda de color pardo-naranja en los laterales del cuerpo, desde la mitad del cuerpo hasta detrás de branquia, donde se fusionaban las de ambos lados; en los ejemplares grandes hay en su lugar tres parches castaño oscuro espaciado y uno muy grande posterior a la branquia; también hay pequeños parches y manchitas castaño sobre la coloración avellana de la cola (lámina 3A).

La suela del pie y la región ventral de la cabeza y del manto son completamente blancos (Lámina 3B).

Hay dos 2 quillas dorsales bajas y casi lisas que salen de la base de la cubierta branquial y se reúnen en una sola antes de llegar a las vainas de los rinóforos, pasando entre ellos para bifurcarse de nuevo en la cabeza formando dos tubérculos anteriores, manchados de castaño en el ápice. En los animales fijados las quillas parecen series de tubérculos irregulares fusionados. En los flancos se aprecia una red de espículas orientadas longitudinalmente, con otras entrecruzadas con ellas y 3-4 tubérculos de base ancha, alineados y espaciados, (el mayor a la altura de la branquia); también hay pequeños tubérculos sobre la cola dispuestos de forma regular. La cabeza tiene el borde anterior del velo redondeado (Lámina 2A).

Las vainas rinofóricas son simples, cónicas y de paredes delgadas, con el lado externo de su base separado del borde del manto; la abertura tiene su mitad exterior más alta que la interior y los rinóforos son grises o avellana sin manchas oscuras ni una banda castaño distal, se adelgazan algo hacia el ápice que es escalonado; cuando el animal reptar los orienta hacia delante y hacia afuera, arqueando la punta hacia atrás; por transparencia se puede apreciar un nervio rinofórico tan grueso como el rinóforo.

La cubierta branquial se sitúa en la región media del cuerpo, equidistante de los dos extremos del animal: el velo y la cola; tiene la porción central mucho más desarrollada que las laterales y su forma varía de cónica a la de un zueco invertido, siempre con el ápice coloreado de castaño oscuro, como los parches del manto; la branquia está formada por tres hojas unipinnadas, con las pinnas largas y delgadas, de color avellana translúcido con puntos blanco níveo.

La cutícula labial de un ejemplar de 4 mm de Costa Rica, tiene una pieza dorsal de unas 180 μm de ancho, con el borde cortante poco plegado y su porción queratinizada relativamente estrecha; las bandas laterales tienen dos capas de bastones bien formados. La rádula del mismo ejemplar presentó 10 hileras de dientes funcionales y 2 en el saco, con una fórmula de $10 \times 12-0-12$, el tamaño de los dientes aumenta en la fila desde el primero al n° 10, y decrece en los dos laterales externos, pero sin grandes diferencias en la longitud de las bases ni de los ganchos, salvo en los primeros dientes. Los mayores ganchos miden unas 30 μm y se encuentran en los dientes 9-10, hacia la quinta hilera.

En un ejemplar de 8 mm fijado de Cuba, la pieza mandibular dorsal midió 340 μm de ancho, con el borde posterior de color rojo (lámina 3F) y sus dos pliegues ventrales bien queratinizados, al igual que el anillo anterior con bastones, los cuales midieron unas 70 μm . La fórmula radular fue $14 \times 14.0.14$ en la fila 8, la de mayor n° de dientes, además de dos filas en el saco y una anterior con 5 y 7 dientes en cada media fila; como en el ejem-

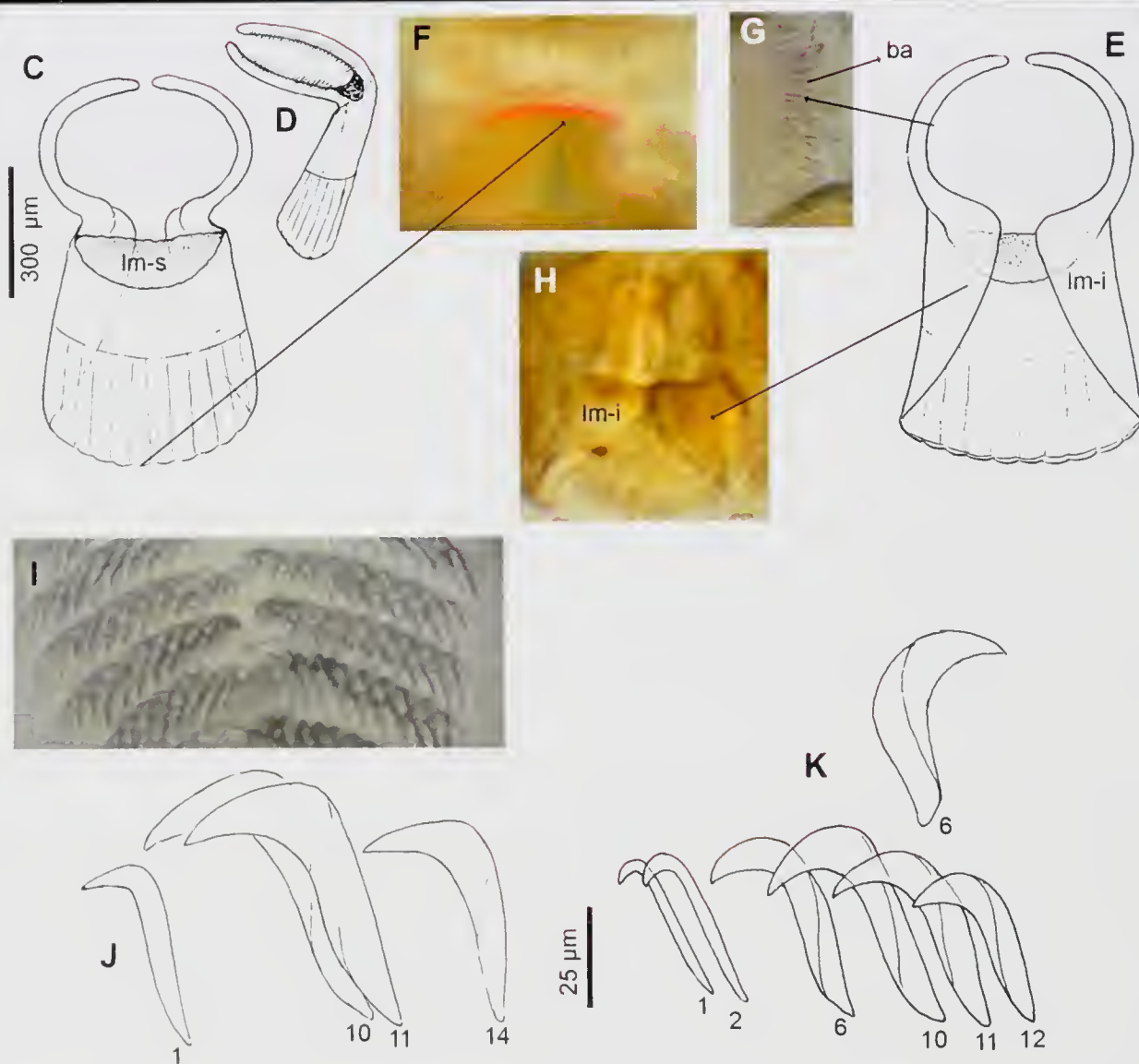


Lámina 3.- *Aegires gracilis*, especie nueva: vista dorsal (A) y ventral (B) de un ejemplar de Cuba; esquema de la pieza mandibular dorsal (C-D) y detalles del borde posterior (F), bastones (G) y de la lámina mandibular inferior (H); rádula (I) y esquema de los dientes radulares de un ejemplar de María la Gorda (J), Cuba, y de otro de Limón (K), Costa Rica. Abreviaturas: ba= bastones, lm-i= lámina mandibular inferior, lm-s= lamina mandibular superior.

plar de Costa Rica los dientes crecen desde el primero al antepenúltimo, disminuyendo el tamaño de los dos laterales más externos; no hay grandes diferencias de tamaño entre dientes contiguos y los dos primeros son los más delgados.

Una característica de esta especie que falta en *A. sublaevis* es la presencia en la cutícula labial de un anillo completo queratinizado, anterior a los arcos con bastones de la pieza mandibular.

Etimología: *A. gracilis*, por su forma más esbelta y menos rígida en relación a sus congéneres atlánticos.

Discusión: La coloración de los animales vivos es la misma en los 3 ejemplares recolectados en Cuba y en Costa Rica, pero nunca la hemos observado en los animales de *A. sublaevis* de las islas Canarias, en los que la expansión central de la cubierta branquial no está manchada como los parches oscuros del manto, ni tampoco el ápice de la vaina rinofórica; los rinoforos son más delgados y más largos que en *A. sublaevis* y de color uniforme, blancos o pardos (avellana), sin una banda oscura distal; otra característica diferencial es que la branquia se sitúa en el centro del cuerpo, a la misma distancia del morro que del extremo de la cola y en *Aegires sublaevis* se encuentra en el tercio posterior. La pieza mandibular dorsal es parecida a la de *A. sublaevis* pero hay un anillo parcialmente queratinizado situado por delante de las bandas de bastones (no ilustrado) y la rádula también es distinta, más reducida que en *A. sublaevis* a igualdad de talla con dientes más pequeños y más regulares en su forma y proporciones a lo largo de la fila, sin las diferencias de talla de *A. sublaevis*. En cualquier caso, la sistemática molecular podrá aclarar en el futuro su relación con *A. sublaevis* y si se trata de uno o de dos taxones.

***Aegires corrugatus* especie nueva**
(Lámina 4)

Aegires sublaevis. Valdés *et al.*, 2006 fotos pp. 120 y 121

Material: Cojimar (localidad tipo), Cuba, un ejemplar de 4 mm fijado, colectado (27.8.2002) emergente de un raspado en las paredes de una cornisa a 20 m de profundidad. Designado como holotipo y depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba; Gran Cul de Sac Marin, estación GD57 (16°19,21'N, 61°35,32'W) La Guadalupe, un ejemplar de 4 mm de largo fijado, colectado (24.5.2001) a 5 m de profundidad), del que se extrajo el bulbo bucal y la rádula; Martinica, fotografías de un animal vivo colectado por Yan Buske en 2014.

Descripción: La coloración general del cuerpo de los animales vivos va desde el blanco amarillento, en ejemplares de Cuba (lámina 4B), al amarillo limón de los animales de Guadalupe y Martinica (Lámina 4A), (pardo rosada una vez conservados en alcohol) con 5-9 puntos dorsales de color castaño rojizo, situados en la porción media del cuerpo, por delante de la cubierta branquial, y otros en cada flanco, sobre la cola y en la base de cada vaina rinofórica; un número variable de jorobas (al menos 5-6) más o menos irregulares se disponen por delante y por detrás de cada rinóforo, a cada lado de la línea media del dorso y en los flancos. Las jorobas del dorso se pueden alinear en dos 2 quillas dorsales (como en

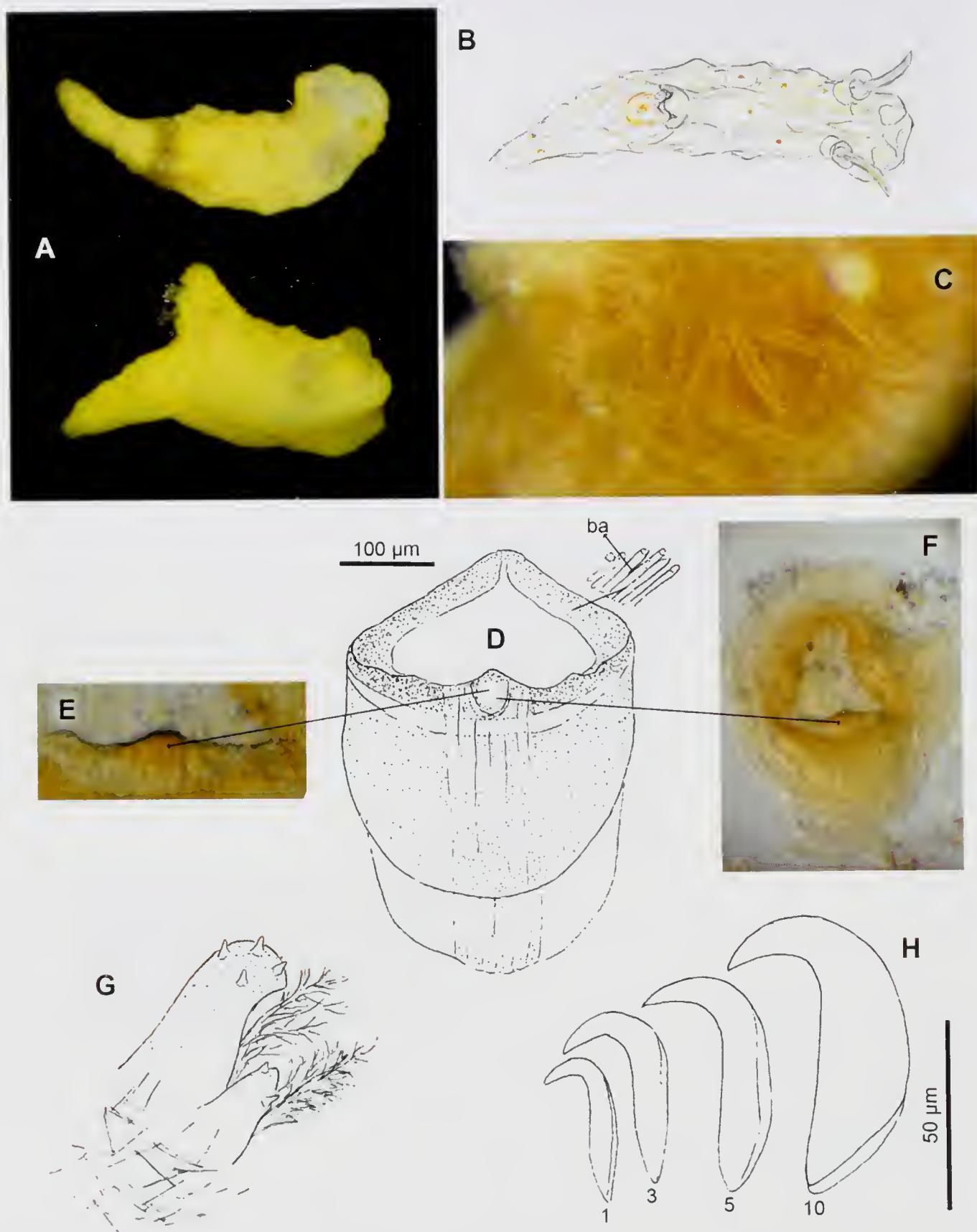


Lámina 4.- *Aegires corrugatus*, especie nueva: vista dorsal y lateral de un ejemplar de Martinica (A); dibujo de campo del holotipo de Cuba (B); detalle de las espículas del manto cerca de la cubierta branquial (C); esquema (D) y detalles (E-F) de la pieza mandibular dorsal; cubierta branquial (G) y dientes radulares (H). Abreviaturas: ba= bastones.

A. sublaevis) que salen de la cubierta branquial y se reúnen en un sola antes de llegar a los rinóforos, pasando entre ellos para bifurcarse de nuevo en dos tubérculos anteriores muy cortos. Cada quilla tiene jorobas de distintas alturas y suele haber una de ellas en el punto de fusión de ambas; además, se continúan y reúnen por detrás de la cubierta branquial.

En los flancos del cuerpo es muy aparente una red de espículas con distinta orientación y en varias capas, entrecruzadas unas con otras (lámina 4C).

Las vainas rinofóricas son simples y de paredes delgadas, con el lado externo de la base, pegado al borde del flanco; la abertura tiene su mitad exterior redondeada y más alta que la interior y los rinoforos no tienen la banda castaño distal, pero pueden estar teñidos de pardo verdoso, muy aparente en el animal blanco de Cuba, cuya forma era menos cilíndrica y se arqueaban hacia atrás.

Sobre los flancos del cuerpo hay al menos tres jorobas de base ancha, alineadas y espaciadas, la primera bajo las vainas rinofóricas, la segunda en la mitad del flanco y la tercera algo posterior a la branquia.

La cubierta branquial (lámina 4G) tiene la poción central mucho más desarrollada que las laterales (2 veces su volumen) y una forma triangular comprimida en el ápice, donde hay abundantes espículas. Hay tres hojas branquiales hialinas llenas de espículas y con algún punto blanco níveo distal.

La pieza mandibular dorsal (lámina 4D), mide unas 300 μm de ancho, con dos grandes láminas superpuestas y fusionadas con un borde cortante anterior (lámina 4E) bien engrosado y queratinizado que se continua en un anillo con dos capas de bastones; hasta 7 surcos se pueden apreciar en el centro de la pieza mandibular. La rádula tiene 15 hileras de dientes bien formadas y 2 en el saco, con una fórmula de $15 \times 11-0-11$, el tamaño de los dientes crece desde el primero al quinto, mantiene un tamaño similar del gancho en los dientes 6 a 10, y sólo el lateral más externo es algo menor.

Etimología: *A. corrugatus*, por el aspecto arrugado (del latín *corrugo*), del manto del animal.

Discusión: La característica de anatomía interna más distintiva de esta especie frente a otros congéneres caribeños del grupo “*sublaevis*” es el gran desarrollo y queratinización de la pieza mandibular dorsal. La arquitectura rugosa del manto y su coloración, con puntos aislados de color castaño rojizo, en lugar de manchas (parches), y la de los rinóforos sin una banda parda distal, además de la rádula, son otros caracteres diferenciales.

***Aegires acauda*, especie nueva**
(Lámina 5)

Material: Cueva de Cojimar, Alamar, La Habana, Cuba (localidad tipo), un ejemplar de $6 \times 1'8$ mm en vivo ($4 \times 1'8$ mm fijado), colectado (14.10.2003) emergente de una muestra del cepillado de las paredes de la cueva, del que se extrajo la rádula, designado como Holotipo y depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Lo primero que llama la atención en este animal es el movimiento muy lento del cuerpo, casi inapreciable a simple vista, retorciéndose al avanzar y con una leve osci-

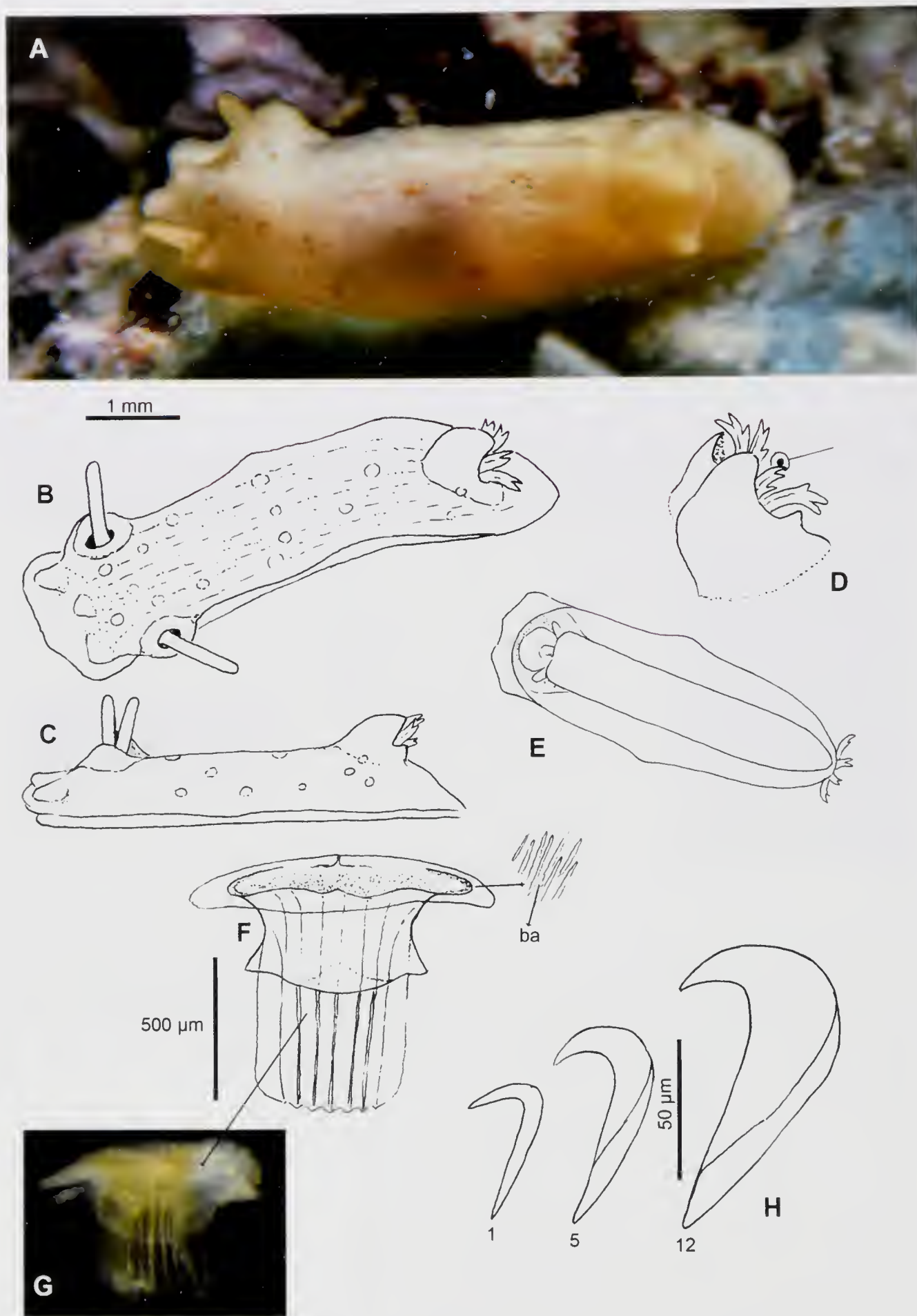


Lámina 5.- *Aegires acauda*, especie nueva: animal vivo (A), ejemplar ilustrado en vista dorsal (B), lateral (C) y ventral (E); cubierta branquial (D); aspecto de la pieza mandibular (F-G) y dientes racionales (H). Abreviaturas: ba= bastones.

lación sobre su eje principal. El color del manto varía del amarillo pálido al blanco hueso, según la iluminación que se aplique, con pequeñas manchas y anillos pardos dispersos. Cola muy corta (lámina 5A-C) con su extremo justo bajo el final de la branquia extendida; el cuerpo se corta de manera abrupta detrás de la branquia formando un ángulo de 45-60° con la suela del pie. Cuerpo de sección sub-cilíndrica, con la suela del pie más estrecha que el manto, en el que existe un ensanchamiento de su región media lateral. Superficie dorsal lisa, con espículas tegumentarias orientadas longitudinalmente y con sólo dos tubérculos por delante de los rinóforos y una joroba entre ellos; el borde lateral del cuerpo puede estar más o menos ensanchado y cae sobre los laterales llegando a cubrir los flancos del pie. Vainas rinofóricas simples, con el borde engrosado y algo más alto por su mitad exterior; se adaptan al grueso de los rinóforos, que son cilíndricos, lisos y amarillos, sin manchas ni anillos pardos. Branquia formada por 2-4 hojas transparentes con el ápice blanco nieve, las hojas son muy simples, con las ramas bifurcadas en el extremo distal; por delante de ella, la cubierta protectora está formada por una expansión o joroba central lisa y hueca, reforzada con una pequeña cresta en cada extremo lateral; justo por detrás de la branquia se abre el ano, en una papila. En vista ventral, el velo anterior es continuo y liso, y cubre por completo a la cabeza y a los tentáculos orales.

En el ejemplar recolectado (holotipo) la cutícula labial presenta una pieza medio dorsal de color ambarino, muy ancha (500 µm); la pieza se pliega formando una lámina superior lisa, a modo de faldón, que recubre a la lámina inferior, en la que hay una banda central reforzada con cinco varillas o cordones longitudinales (lámina 5F-G); a cada lado del borde anterior de dicha pieza central hay un cinturón de bastones que desaparece hacia su porción ventral.

La rádula tiene una fórmula de $12 \times 13-0-13$, además de dos hileras en el saco y una hilera anterior de solo tres dientes; todos los dientes son ganchudos simples y crecen de forma a progresiva a lo largo de la fila desde los laterales internos a los externos (lámina 5)

Etimología: el epíteto “*acauda*” resalta la falta de cola, el carácter más distintivo de esta especie.

Discusión: El conjunto de sus caracteres externos y en especial la posición terminal de la branquia sin una región caudal bien desarrollada, separan *A. acauda* del resto de congéneres atlánticos.

Aegires lagrifaensis, especie nueva
(Láminas 6 y 7)

Material: Cayo La Grifa, Golfo de Batabanó, Cuba (localidad tipo), dos ejemplares de 5'5 y 4'5 mm de longitud fijados, colectados (8-2-2001) en sustrato rocoso entre 2 y 3 m de profundidad. Designado como Holotipo el ejemplar de 4'5mm, depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: La coloración dorsal del cuerpo va desde el crema-grisáceo claro, al verde pálido o gris perla, con un dibujo marmóreo de manchas ameboides de color blanco níveo

y algunas manchas verde olivo dispersas, en las que puede haber y 1-2 puntos castaño. Por detrás de la branquia existe un gran parche circular de color verde olivo, orlado con un cordón de puntos castaños y blancos, con el centro blanco níveo. Una línea discontinua de puntos y manchas de color castaño recorre los flancos por su zona media, desde la altura de los rinóforos hasta el final de la branquia. El dorso es liso por delante de la branquia, sin arrugas, pliegues ni tubérculos; al contrario que la región posterior, sobre la cola, en donde hay tubérculos cónicos de base ancha. En cada borde lateral del cuerpo, sobre los flancos, hay dos expansiones triangulares (tubérculos bajos) del noto, una en la zona media y otra a la altura de la branquia; otras dos expansiones tuberculiformes aparecen en la región frontal de la cabeza y por debajo de ellas un velo cefálico festoneado.

La branquia está formada por cinco hojas bipinnadas, de color grisáceo con puntos negros y blancos, siendo la central la de mayor tamaño; la cubierta protectora anterior a dicha branquia está dividida en tres expansiones, la central, de mayor tamaño, triangular y manchada de verde en el ápice, y las laterales, con el ápice en forma de esfera con el interior castaño y una pequeña cresta.

Los rinóforos tienen forma de esparrago, con una banda verde olivo cerca del ápice y su vaina es elevada, con la mitad externa más alta que la interna y un tubérculo redondeado con el centro manchado de color castaño. En vista ventral la suela del pie se adelgaza hacia atrás y en su borde anterior hay dos palpos bucales anchos y triangulares, cubiertos por el velo frontal festoneado. La sección transversal del cuerpo muestra un aspecto pentagonal, con el dorso convexo y los flancos cóncavos.

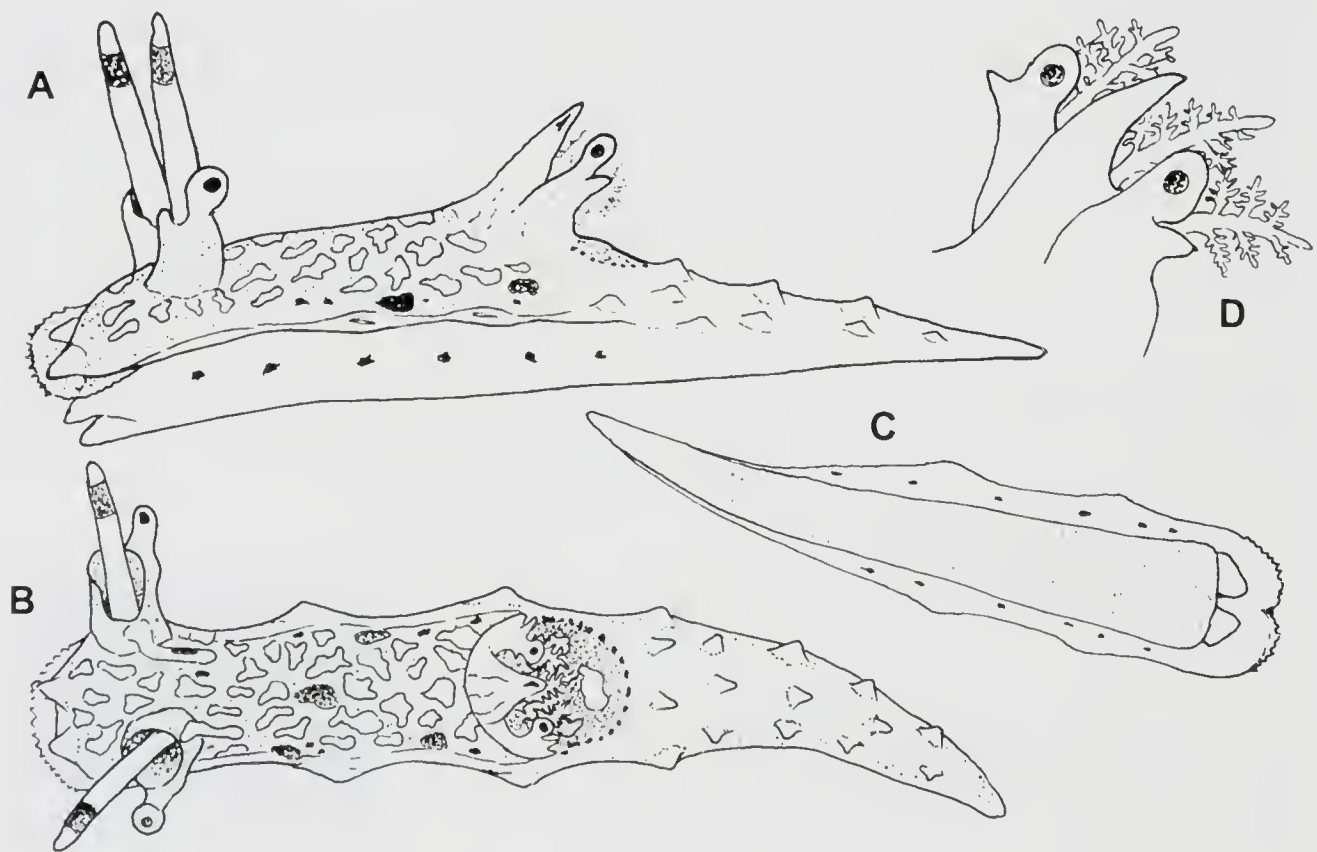


Lámina 6.- *Aegires lagrifaensis*, especie nueva: Ilustración de un animal vivo en visión lateral (A), dorsal (B) y ventral (C); detalle de la cubierta branquial (D).

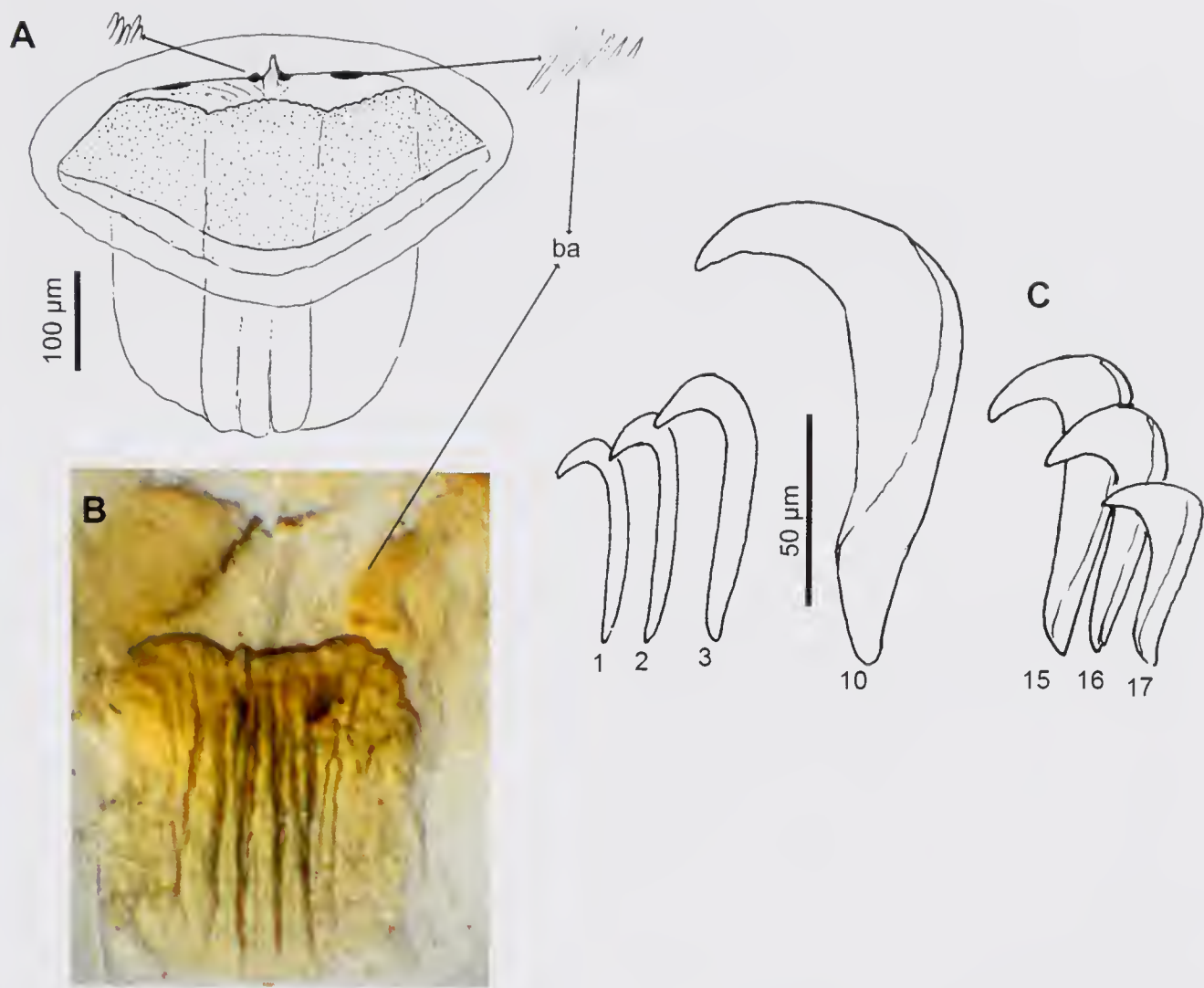


Lámina 7.- *Aegires lagriffaensis*, especie nueva: aspecto de la pieza mandibular (A-B) y dientes râdulares (C). Abreviaturas: ba= bastones.

En el ejemplar de 5'5 mm fijado, la cutícula labial (lámina 7A-B), tiene una pieza medio dorsal de color ambarino pálido de 0'4 mm de ancho que se pliega sobre la cutícula formando una lámina superior lisa, a modo solapa o cuello, que recubre la lámina inferior, cuya zona de refuerzo es muy estrecha y carece de varillas o pliegues longitudinales; fuera de dicha pieza central hay un cinturón de bastones discontinuo, cuyo tamaño es menor hacia la región ventral de la cutícula.

La râdula tiene una fórmula de $14 \times 17-0-17$, además de dos hileras en el saco y otra anterior de solo cinco dientes; todos los dientes son ganchudos simples, los tres primeros (laterales internos) son delgados y de gancho reducido, crecen de forma a progresiva desde el diente n° 4 al n° 14 y decrecen desde el 15 al 17 (laterales externos) (Lámina 7C).

Etimología: Toponímico, por el lugar donde fue recolectado, cayo La Grifa, Batabanó, Cuba.

Discusión: La coloración de los animales vivos y la estructura superficial del cuerpo, lisa por delante de la branquia y con tubérculos o jorobas por detrás de ella, sobre la cola, diferencian *Aegires lagriffaensis* del resto de congéneres atlánticos.

4. AGRADECIMIENTOS

A Yan Buske por la foto del ejemplar de *A. corrugatus* de Martinica y a M. Caballer por la de *A. acauda* de Cuba. A Mario Calderón, por el ejemplar de *A. gracilis* de Costa Rica. Los ejemplares de María La Gorda, Cuba, fueron obtenidos en el marco del inventario de los moluscos marinos de Guanahacabibes auspiciado por el DIG y el Parque Nacional Guanahacabibes, y los de Guadalupe, durante la expedición Karubenthos de mayo de 2012, organizada por el MNHN, París, el Parque Nacional Guadalupe y la Universidad de las Antillas y Guyana.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTEROS, M., E. LLERA & J. ORTEA. 1984. Revisión de los Doridacea (Mollusca: Opisthobranchia) del Atlántico Nordeste atribuibles al complejo *maculosa-fragilis*. *Bolletino Malacologico*, XIX (9-12): 227-258.
- FAHEY, S. J. & T. GOSLINER. 2004. A Phylogenetic Analysis of the Aegiridae Fischer, 1883 (Mollusca, Nudibranchia, Phanerobranchia) with descriptions of Eight New Species and a Reassessment of Phanerobranch Relationships. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 55 (34): 613-689.
- GARCÍA, F. J., J. TRONCOSO & M. DOMÍNGUEZ. 2002. New data on the benthic Opisthobranch Molluscs from the Archipelago of Fernando de Noronha (Brazil), with description of a new species of *Aegires* Lovén, 1844. *Iberus*, 20 (2): 45-56.
- MORO, L. & ORTEA, J. 2015. Nuevos taxones de babosas marinas de las islas Canarias y de Cabo Verde (Mollusca: Heterobranchia y Sacoglossa), *Vieraea*, 43: (en prensa).
- ORTEA, J., J. ESPINOSA, Y. BUSKE & M. CABALLER. 2013. Additions to the inventory of the sea slugs (Opisthobranchia and Sacoglossa) from Guadeloupe (Lesser Antilles, Caribbean Sea). *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 163-194.
- REDFERN, C. 2013. *Bahamian Seashells, 1161 Species from Abaco, Bahamas*. Bahamianseashells.com, Boca Ratón, Florida, 501 pp.
- TEMPLADO, J., A. LUQUE & J. ORTEA. 1987. A new species of *Aegires* Loven, 1844 (Opisthobranchia: Doridoidea: Aegiretidae) from the Caribbean Sea: *Aegires ortizi* spec. nov., with comparative descriptions of the North Atlantic Species of this Genus. *The Veliger*, 29(3):303-307.
- TEMPLADO, J. & D. MORENO. 2011. *Familia Aegiridae* pp 472-473, en: Gofas, S., Moreno, D. y Salas, C. (coords.). *Moluscos marinos de Andalucía*, Servicio de Publicaciones, Universidad de Málaga.
- ORTEA, J., A. LUQUE & J. TEMPLADO. 1990. Contributions to the knowledge of the genus *Aegires* Loven, 1844 (Opisthobranchia: Doridoidea: Aegiretidae) in the North Atlantic, with descriptions of two new species. *Journal Molluscan Studies*, 56: 3233-337.
- VALDES, A., J. HAMMAN, D. BEHEREN & A. DUPONT. 2006. *Caribbean sea Slugs*. Sea Challengers, Washington, 289 pp.

Nuevas especies del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca, Neogastropoda, Marginellidae) de las regiones oriental y central de Cuba

Espinosa^{1*}, J., Ortea², J. & Diez³, Y. L.

¹ Instituto de Oceanología, Avda. 1a nº 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

² Departamento BOS, Universidad de Oviedo, España.

³ Administración Portuaria Santiago de Cuba, Avda. Jesús Menéndez s/n, e/ Jagüey y Enramada
CP 90100 Santiago de Cuba, Cuba
yander@apsc.transnet.cu.

* Autor de correspondencia: jespinosa@ceniai.inf.cu

RESUMEN

Se describen 18 nuevas especies del género *Volvarina* Hinds, 1844 (familia Marginellidae) 15 de la región oriental de Cuba y 3 de la central; 13 de los nuevos taxones orientales son de la provincia de Santiago de Cuba, uno de Holguín y otro del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Baracoa, Guantánamo; 2 de las 3 especies de la región central, son de la provincia de Cienfuegos y una del Parque Nacional Ciénaga de Zapata, Matanzas.

Palabras clave: Mollusca, Marginellidae, género *Volvarina*, nuevos taxones, Cuba oriental y central.

ABSTRACT

Eighteen new species of the genus *Volvarina* Hinds, 1844 (family Marginellidae), from the eastern and central regions of Cuba are described, 13 of the Santiago of Cuba province, one of the Holguin and one of the Alejandro of Humboldt National Park, Baracoa, Guantanamo province, and tree from the central region, two of the Cienfuegos province and one of the Cienaga de Zapata National Park, Matanzas.

Key words: Mollusca, Marginellidae, genus *Volvarina*, new taxa, eastern and central Cuba.

1. INTRODUCCIÓN

La riqueza de especies de moluscos marinos de Cuba puede ser estimada actualmente en unas 1800 especies (datos propios inéditos), pero por la extensión territorial y he-

terogeneidad de hábitats del archipiélago, la malacofauna marina puede ser considerada aún como insuficientemente evaluada y conocida. La mayoría de los estudios malacológicos marinos se han centrado, en determinadas localidades de la región occidental y central de Cuba, como La Habana, la bahía de Cienfuegos y su entorno, la península de Guana- hacabibes y el Golfo de Batabanó; mientras que el extremo oriental de la Isla ha recibido menos atención, y no sólo en moluscos, sino también en su conjunto en general, como re- flecta el libro “*La biodiversidad marina de Cuba*” (CLARO, 2007).

Como aportes recientes a la malacofauna marina de la región oriental de Cuba se pueden señalar los de ESPINOSA, ORTEA & MORO (2008a), ESPINOSA & ORTEA (2013a y b, 2014), DIEZ & JOVER CAPOTE (2012, 2013), ESPINOSA, ORTEA & DIEZ (2012), DIEZ & REYES LA FUENTE (2014) y JOVER CAPOTE *et ál.* (2014), entre otros.

En el presente artículo se dan a conocer 18 nuevas especies cubanas del género *Vol- varina* Hinds, 1844, 15 de la región más oriental de Cuba (13 de la provincia de Santiago de Cuba, una de Holguín y otra del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Baracoa, Guantánamo) y tres especies del Mar Caribe de la región central (dos de la provincia de Cienfuegos y una del Parque Nacional Ciénaga de Zapata, Matanzas).

El criterio de tamaño utilizado en las descripciones es el siguiente: concha **dimi- nuta**, hasta 2’4 mm; **pequeña** mayor, de 2’4 mm y hasta 6’0 mm; **mediana**, mayor de 6’0 mm y hasta 13 mm; **grande** (larga), mayor de 13 mm y hasta 25 mm; y **muy grande**, su- perior a 25 mm. Siguiendo a Ortea (1972, 2014) se utiliza el *Índice de desarrollo (Id)* o co- ciente entre la longitud (L) y la anchura de la concha (A), de forma que $Id=L/A$. De acuerdo con dicho índice, las conchas serían **muy anchas** cuando su **Id** es menor de 2; **anchas** entre 2 y 2’4, **estrechas** entre 2’4 y 2’8 y **muy estrechas** si es más de 2’8. Dicho **Id** debe ser entendido como un carácter más, establecido a partir del material tipo; su rango de va- riabilidad (varianza) solo se puede calcular cuando el material es abundante, excluyendo las conchas inmaduras o de labro filoso.

Con la finalidad de buscar caracteres cuantificables, introducimos en las descrip- ciones el ángulo del vértice de la concha (**Av**), establecido a partir de los lados de la espira que convergen en él (véase ABBOT, 1974, contraportada), medido en vista dorsal para evi- tar la interferencia del labro.

2. SISTEMÁTICA

Clase GASTROPODA

Subclase PROSOBRANCHIA

Orden NEOGASTROPODA

Familia MARGINELLIDAE

Género *Volvarina* Hinds, 1844

Volvarina abdieli especie nueva

(Lámina 1A)

Material examinado: Dos conchas recolectadas en la playa Siboney (localidad tipo: 19° 57’ N; 74° 43’ W), en la Reserva Ecológica Siboney-Jutisí, 14 km al ESE de la ciudad de Santiago de Cuba (Fi-

gura 1). Holotipo (8'5 mm de largo y 3'55 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, de forma sub-cilíndrica alargada y ancha ($Id=2'39$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto (en vista oral). La espira es saliente y algo extendida ($Av=72^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande y globosa, con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 81'2 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, sobre todo el segundo que es el más marcado. Color de fondo pardo amarillento pálido, con tres anchas bandas espirales pardo amarillentas más oscuras en la última vuelta, una subsutural, otra media y la tercera hacia la porción anterior de la concha; la protoconcha, los pliegues columelares y la porción media del *labrum* son blancos, este último con dos manchas pardas en sus extremos anterior y posterior. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor del M. Sc. Abdiel Jover Capote, profesor de la Universidad de Oriente, especialista en fauna y flora marinas, por su contribución a la formación de jóvenes especialistas y al conocimiento y protección de la biodiversidad marina de la región oriental de Cuba.

Discusión: Por el tamaño y la forma general de la concha *Volvarina abdieli*, especie nueva, podría ser relacionada con *Volvarina avena* (Kiener, 1834) y el complejo de especies que erróneamente han recibido este nombre en toda la provincia caribeña (véase D'ORBIGNY (1853), TRYON (1882-1883), WARMKE & ABBOTT (1961), DE JONG & COOMANS (1988), ABBOTT (1974), LIPE (1991), YIDI & SARMIENTO (2011), entre otros). *Volvarina alloginella* Espinosa, Ortea & Moro, 2010, de Boca de Camarioca, Varadero, Matanzas, Cuba, es de tamaño mayor ($10'75 \times 4'35$ mm) y proporcionalmente más estrecha ($Id=2'47$), tiene su protoconcha coloreada y presenta un desarrollo diferente de sus pliegues columelares, entre otros caracteres.

La presencia en Cuba de *V. avena* fue rechazada por ESPINOSA, ORTEA & MORO (2010), quienes discuten su estatus dudoso, incluso para la región del mar Caribe.

***Volvarina bernardoi* especie nueva**
(Lámina 1B)

Material examinado: Tres conchas recolectadas en la playa Siboney (localidad tipo: $19^\circ 57'N$; $74^\circ 43' W$), en la Reserva Ecológica Siboney-Jutisí, 14 km al ESE de la ciudad de Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo (9'3 mm de largo y 3'8 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, de forma sub-cilíndrica alargada y estrecha ($Id=2'44$), con el lado izquierdo convexo y el derecho algo sinuoso (en

vista oral). La espira es corta y saliente ($Av=93^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande y globosa, con un núcleo poco notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 88'5 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y poco engrosado, insertándose en la espira sobre la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, los dos anteriores son más desarrollados, sobre todo el segundo que es el más marcado de todos. Color de fondo pardo amarillento pálido, con tres anchas bandas espirales pardas amarillentas más oscuras en la última vuelta, una subsutural, una media y la otra hacia la porción anterior de la concha; la protoconcha es de color claro, mientras que los pliegues columelares y casi todo el *labrum* son blancos; este último con dos manchas pardas en sus extremos anterior y posterior. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Bernardo Reyes Tur, profesor de la Universidad de Oriente, especialista en anatomía interna de moluscos terrestres, particularmente en polimitas, amigo y colega.

Discusión: Relacionada también con el complejo de especies caribeñas de *V. avena*, *Volvarina bernardoi*, especie nueva, se distingue por la forma y el patrón de color de su concha, con la espira ancha, relativamente corta y del mismo color que el resto de la concha; en adición, sus pliegues columelares están muy desarrollados.

***Volvarina lilianamariae* especie nueva**
(Láminas 1C y 6A)

Material examinado: Un ejemplar recolectado vivo (03/12/2014) en la playa Verracos (localidad tipo: 19° 54'N; 75° 35'W) 7,7 km al W del caserío de Sigua, en la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo (9'6 mm de largo y 4'1 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, de forma sub-cilíndrica alargada y ancha ($Id=2'34$), con el lado izquierdo muy convexo y el derecho casi recto (en vista oral). La espira es corta, ancha, algo aguzada y saliente ($Av=90^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo notable, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 86 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí; el cuarto posterior bien marcado. Color de fondo pardo naranja pálido, con dos bandas espirales pardo amarillentas más oscuras en la última vuelta, una subsutural estrecha y la otra ancha, en la porción anterior de la concha; la protoconcha es translúcida y los pliegues columelares y casi todo el *labrum* son blancos.

Animal de color blanco hielo, con una gran mancha roja en el borde anterior del pie, que es convexo y hacia la parte posterior de los ojos. Tentáculos hialinos, tan largos como

1/3 de la longitud de la concha y poco aguzados hacia el ápice. La suela del pie carece de manchas dorsales conspicuas y sobresale por detrás de la espira cuando reptar.

Etimología: Nombrada en honor de la Dra. Liliana María Gómez Luna, Profesora Titular de la Universidad de Oriente, dedicada al estudio de las microalgas y en especial las tóxicas (cianobacterias y dinoflagelados); una mujer bella y de sonrisa mágica que ha contribuido a la formación de numerosas generaciones de biólogos en la región oriental de Cuba.

Discusión: Relacionada como la especie anterior, con el complejo caribeño de *V. avena*, *Volvarina lilianamariae*, especie nueva, se diferencia de todos los congéneres del grupo cuyo animal vivo se conoce, por el patrón de color que presenta, y otros caracteres diagnósticos de la concha, como su forma general, con el lado izquierdo marcadamente convexo y el derecho casi recto y su cuarto pliegue columelar muy marcado. *V. bernardoi*, anteriormente descrita, es comparativamente más estrecha, posee tres bandas de color en la última vuelta y sus pliegues columelares son diferentes.

***Volvarina santiagocubense* especie nueva**
(Lámina 1D)

Material examinado: Una concha recolectada en la bahía de Santiago de Cuba (localidad tipo, 19° 59'N; 75° 52'W), (Figura 1). Holotipo (8'78 mm de largo y 3'76 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y ancha ($Id=2'33$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es algo extendida, ancha y saliente ($Av=80^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, muy grande y redondeada, es de protoconcha; la cuarta y última ocupa el 86 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, más estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es estrecho y algo engrosado, insertándose en la espira justo encima de la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral algo marcado. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores más desarrollados y casi paralelos entre sí, que los dos posteriores, sobre todo el primero que es el mayor de todos, mientras que el cuarto posterior es débil y casi interno. Color de fondo crema rosado pálido, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres anchas bandas espirales de color pardo naranja; los pliegues columelares y la parte media del *labrum* son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a la ciudad de Santiago de Cuba, en cuya bahía fue recolectada, como homenaje al cumplirse el 500 aniversario de su fundación, en el año 2015.

Discusión: Por su forma sub-cilíndrica alargada, ancha y tamaño mediano (menos de 10 mm de largo), *Volvarina santiagocubense*, especie nueva, está relacionada con otros congéneres cubanos y caribeños asociados al grupo de *V. avena*, especialmente con *Volvarina ibarrae* Espinosa & Ortea, 1998, de la costa norte de La Habana, con proporciones muy se-

mejantes ($Id=2'34$ para *V. ibarrae* e $Id=2'33$ para *V. santiagocubense*), pero es de tamaño algo mayor ($9'85 \times 4'2$ mm), tiene la espira más ancha y presenta diferente disposición y desarrollo de sus pliegues columelares.

***Volvarina alayoi* especie nueva**
(Láminas 2A y 6B)

Material examinado: Cinco ejemplares recolectados vivos (04/2014) en la playa Pedro El Cojo (localidad tipo), Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo ($6'9$ mm de largo y $3'0$ mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica, ancha ($Id=2'3$) y alargada, con el lado izquierdo convexo y el derecho sinuoso (en vista oral). La espira es corta y extendida ($Av=100^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y algo elevada, con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 86 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y poco engrosado, insertándose en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral marcado. Columela con cuatro pliegues, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados, sobre todo el segundo anterior. Color de fondo gris perla a pardo amarillento muy pálido, casi translúcido en algunas partes; la protoconcha, los pliegues columelares y el *labrum* son blancos.

Animal de color blanco hialino, con grandes manchas pardo rojizas en el sifón, los tentáculos, y las partes anterior y posterior del pie. Por transparencia, a través de la concha, se aprecian numerosas manchitas de color pardo oscuro que tienden a formar una gran mancha oscura en la parte media del animal. Extremo anterior del sifón blanco.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Pastor Alayo Dalmau (1915-2001), santiaguero, profesor de biólogos y técnicos del Instituto de Zoología, entomólogo especialista en Himenópteros, malacólogo, colega y amigo, autor con José A. Freire, (1947) de la primera lista de los moluscos marinos de la bahía de Santiago de Cuba.

Discusión: Por el tamaño, la forma general y la coloración de la concha, *Volvarina alayoi*, especie nueva, ($Id=2'3$) parece estar relacionada con algunos congéneres de La Guadeloupe, como *V. snyderi*, *V. dirbergi* ($7'38 \times 3'36$ mm; $Id=2'19$) y *V. remyi* ($7'71 \times 3'56$ mm; $Id=2'16$), propuestas por Espinosa & Ortea (2012). De todas ellas, *V. alayoi*, especie nueva, se diferencia marcadamente por el patrón de coloración del animal, además de otros detalles en los caracteres morfológicos de su concha.

***Volvarina guamaense* especie nueva**
(Láminas 2B y 6C)

Material examinado: Tres ejemplares recolectados vivos (27/06/2015) en Las Sardinias y otros doce (22/06/2015) en Guaimaral (localidad tipo), municipio Guamá, Santiago de Cuba (Figura 1). Holo-

tipo (7'7 mm de largo y 2'65 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica, alargada y muy estrecha (Id=2'9), con el lado izquierdo convexo y el derecho de casi recto a ligeramente sinuoso en su porción central y anterior (en vista oral). La espira es corta, extendida y ancha (Av=60°), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y algo elevada, con un núcleo pequeño, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 82'6 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y relativamente poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral poco desarrollado. Columela con cuatro pliegues marcados, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí; los dos primeros son los más desarrollados y se funden para formar la pared parietal del canal anterior. Color de fondo pardo rosado pálido, con el esbozo de tres bandas espirales anchas más oscuras, una subsutural, otra media y la tercera anterior; la protoconcha es blanquecina, translúcida y los pliegues columelares y el *labrum* blancos.

Animal de color blanco, algo hialino, con numerosos puntitos rojos, sobre la trompa; el borde anterior del pie es casi recto y de color blanco nívico, con sus ángulos poco marcados; los bordes laterales del pie son paralelos, estrechándose de manera abrupta en la zona donde la cola sobresale por detrás de la espira.

Etimología: Gentilicio alusivo al municipio Guamá, al cual pertenece su localidad tipo.

Discusión: Por el tamaño y la forma general de la concha, con la espira extendida, corta y ancha, *Volvarina guamaense*, especie nueva, puede ser comparada con *Volvarina martinicaensis* Espinosa & Ortea, 2013, de isla Martinica, Antillas Menores, la cual es de tamaño mayor (8'5 × 3'3 mm), comparativamente más ancha (Id= 2'57 frente al 2'9 de *V. guamaense*) y su patrón de color y pliegues columelares son diferentes; además, el borde anterior del pie de *V. martinicaensis* está manchado de naranja y es blanco nívico en *V. guamaense*.

***Volvarina dennisi* especie nueva**
(Lámina 2C)

Material examinado: Tres conchas recolectadas (20/06/2015) en Las Sardinas (localidad tipo), municipio Guamá, Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo (5'0 mm de largo y 2'4 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, lisa y brillante, sub-cilíndrica, corta y ancha (Id=2'08), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en toda su porción central (en vista oral). La espira es muy corta, ancha y poco extendida (Av=90°), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, redondeada y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 85 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la

anterior; el labio externo es estrecho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral ligeramente desarrollado. Columela con cuatro pliegues marcados, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los primeros, los más desarrollados, sobre todo el segundo anterior que es el mayor de todos. Color de fondo pardo naranja, con una banda espiral blanca subsutural, que mancha el labro y otra en la base de la concha, que apenas se aprecia en su porción dorsal; la protoconcha es del mismo color de fondo que la teleoconcha; los tres pliegues columelares anteriores son blancos y el cuarto posterior pardo.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Dennis Denis Ávila, Profesor Titular de la Universidad de La Habana, impulsor de la formación de los estudiantes en Ciencias Biológicas, de Cuba y Latinoamérica; colega y amigo.

Discusión: El tamaño pequeño, la forma general de la concha y su patrón de color, relacionan a *Volvarina dennisi*, especie nueva, con el complejo de especies de *V. albolineata* (d'Orbigny, 1842), discutido por Espinosa & Ortea (2013) y Ortea (2014), de las cuales se diferencia por su espira muy corta y ancha, carecer de una banda blanca espiral media y por tener el cuarto pliegue columelar posterior de color pardo, carácter que comparte con *V. mendocae* Ortea, 2014 y *V. weissmannae* Ortea, 2014, ambas especies descritas de la isla de Guadalupe, en las Antillas Menores, que son relativamente más estrechas (Id=2'47 y 2'45) frente al 2'08 de *V. dennisi*.

***Volvarina holguinera* especie nueva**
(Láminas 2D y 6D)

Material examinado: Un ejemplar recolectado vivo (03/12/2013) en Las Caletas (localidad tipo), municipio Rafael Freyre, Holguín, Cuba (Figura 1). Holotipo (9'0 mm de largo y 3'45 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica, estrecha (Id=2'86) y alargada, con el lado izquierdo ligeramente convexo y el derecho casi recto (en vista oral). La espira es extendida y estrecha (Av=70°), formada por algo más de tres vueltas, la primera de las cuales, grande y globosa, con un núcleo notable, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 80'4 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo los dos anteriores los más desarrollados. Color de fondo blanco níveo pálido, casi translúcido en algunas partes, con dos anchas bandas pardo amarillentas pálidas en la última vuelta, una subsutural y la otra hacia la porción anterior de la concha, entre las cuales hay el esbozo de una tercera banda central poco definida; la protoconcha, los pliegues columelares y el *labrum* son blancos.

Animal de color blanco hialino, sin manchas conspicuas; con el borde anterior del pie casi recto, manchado de blanco níveo y los ángulos poco señalados. Los tentáculos tie-

nen abundantes puntitos blanco níveo, al igual que el extremo de la cola que es redondeado y sobresale por detrás de la espira de la concha.

Etimología: Gentilicio alusivo a la provincia Holguín, donde se encuentra la localidad tipo de esta nueva especie.

Discusión: El tamaño mediano y la forma general de la concha, sub-cilíndrica, estrecha y alargada, con la espira extendida, relaciona a *Volvarina holguinera*, especie nueva, con las especies cubanas *V. juanjoii* Espinosa & Ortea, 1998 (7'1 × 3'2 mm), *V. alexandroi* Espinosa, Ortea & Moro, 2008 (9'42 × 3'56 mm) y *V. confitesensis* Espinosa, Ortea & Moro, 2009 (6'73 × 2'75 mm), pero las conchas de estas últimas poseen bandas espirales de color, bien marcadas en la porción dorsal de la última vuelta y la coloración de sus animales es blanca, no hialina (véase Espinosa, Ortea & Moro, 2008b, 2009).

Otras especies caribeñas, como *V. florenceae* (4'1 × 2'02 mm) y *V. laureae* (4'5 × 2'1 mm), de la isla de Guadalupe, Antillas Menores, con animales de color blanco hialino, tienen tamaños más pequeños y poseen conchas bien distintas a la de *V. holguinera*, especie nueva (véase Espinosa & Ortea, 2012).

***Volvarina santiaguera* Espinosa, Ortea & Diez, 2013**
(Láminas 3A y 6E)

Volvarina santiaguera Espinosa, Ortea & Diez, 2013, *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 211-212, l m. 4F.

Observaciones: Por un error involuntario, en la descripción original de esta especie (ESPINOSA & ORTEA & DIEZ, 2013b) la localidad tipo, Juragu  (19 56'N; 75 40'W), se ubica en el interior de la bahía de Santiago de Cuba, cuando en realidad se encuentra en la Reserva de Biosfera Baconao, 18'7 km al SE de la ciudad de Santiago de Cuba (Figura 1).

En un ejemplar vivo, colectado en la localidad tipo (Lamina 6E), el animal es blanco, algo hialino, con algunas manchitas de color pardo rojizo en la trompa y sobre la cola, donde hay alguna blanca; los tentáculos son hialinos y pueden presentar 1-2 pequeñas manchitas blanco níveo. La cola sobresale por detrás de la espira un tercio de la longitud de la concha y el borde anterior del pie es convexo en su porción media con los ángulos redondeados.

***Volvarina juraguaense* especie nueva**
(Láminas 3B y 6F)

Material examinado: Ocho ejemplares recolectados vivos (07/2014) en la playa Juragu  (localidad tipo: 19  56'N; 75  40'W), Reserva de la Biosfera Baconao, 18'7 km al SE de la ciudad de Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo (6'3 mm de largo y 2'6 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y estrecha (Id=2'43), con ambos lados convexos, siendo el derecho más recto, al menos en su

porción media (en vista oral). La espira es corta, saliente y ancha ($Av=90^\circ$), formada por dos vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo notable, es de protoconcha; la tercera y última ocupa el 90 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y algo engrosado, insertándose en la espira justo encima de la sutura de la vuelta precedente, con el callo postlabral poco desarrollado. Columela con cuatro pliegues desiguales marcados y paralelos entre sí, en los que hay una disminución regular del tamaño desde el primero anterior al último posterior. Color de fondo crema amarillento pálido, casi translúcido, cruzado en la última vuelta por tres anchas bandas espirales de color pardo naranja; los tres pliegues columelares anteriores y la parte media del *labrum* son blancos.

Animal de color blanco algo translúcido, con grandes manchas blanco nívoo en la porción lateral del dorso del pie, cuyo borde anterior es cóncavo, con los ángulos redondeados. La trompa tiene abundantes manchitas rojizas, salvo en su extremo que es blanco nívoo, color que tiene dos o tres manchitas pequeñas en los tentáculos; también hay manchitas pardo rojizas en el extremo de la cola.

Etimología: Gentilicio alusivo a su localidad tipo, la playa Juraguá, Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba.

Discusión: Por su tamaño y el aspecto general de la concha, *Volvarina juraguaense*, especie nueva, parece estar relacionada con *V. santiaguera*, de la misma localidad, de la cual se diferencia por ser más estrecha ($Id=2'43$ ante $Id=2'27$ de *V. santiaguera*), con el *labrum* menos engrosado y el callo postlabral no tan extendido sobre la espira y por tener sus pliegues columelares más marcados, entre otros detalles. Sus animales son más coloreados que los de *V. santiaguera*, sobre todo por la presencia de grandes manchas blanco nívoo en los laterales del cuerpo y en el extremo anterior de la trompa; en *V. santiaguera* las manchas pardas de la parte posterior del pie son algo más numerosas y pequeñas.

La coloración del animal vivo es muy similar a la de *Volvarina bacona* Espinosa, Ortea & Diez, 2012, descrita de la vecina playa de El Verraco, salvo en los tentáculos que están más coloreados; la concha es de mayor tamaño ($7'2 \times 3'25$ mm), y la forma y las proporciones diferentes ($Id=2'21$ frente a $2'43$ en *V. juraguaense*), además de la espira más larga, entre otros caracteres.

Volvarina cienfueguera especie nueva
(Lámina 3C)

Material examinado: Tres ejemplares recolectados vivos en la parte externa de la bahía de Cienfuegos (localidad tipo), Cienfuegos, Cuba (Figura 1). Holotipo ($5'6$ mm de largo y $2'9$ mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, piriforme y muy ancha ($Id=1'93$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es corta, ancha y saliente ($Av=110^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y con un núcleo notable, es de protoconcha; la cuarta

y última ocupa el 85'3 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es estrecho y poco engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente (en vista oral). Columela con cuatro pliegues desiguales y casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados que los dos posteriores, sobre todo el primero que es el mayor de todos. Color de fondo pardo naranja pálido, algo rosado, con la espira, el *labrum*, los pliegues columelares y el extremo anterior de concha blancos. Animal desconocido.

Etimología: Dedicada a su localidad tipo, Cienfuegos, en el mar Caribe Occidental, de la costa sur de Cuba.

Discusión: Por su tamaño mediano, forma sub-cilíndrica muy ancha y la disposición y desarrollo de sus pliegues columelares, *Volvarina cienfueguera*, especie nueva, no guarda relación directa con ninguna de las congéneres cubanas. *V. caballeri* Espinosa & Ortea, 2012 (6'28 × 3'18 mm, Id=1'97), de Guadalupe, Antillas Menores, tiene una concha de forma semejante (sub-cilíndrica ancha), pero es de mayor tamaño y su patrón de coloración y pliegues columelares son diferentes.

***Volvarina humboldtiana* especie nueva**
(Láminas 3D y 6G)

Material examinado: Una concha y dos ejemplares recolectados vivos en playa Mapuricí (localidad tipo), Nibujón, Parque Nacional Alejandro Humboldt, Baracoa, Guantánamo, Cuba (Figura 1). Holotipo (7'65 mm de largo y 3,45 mm de ancho) depositado el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, sub-cilíndrica alargada y ancha (Id= 2'17), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es relativamente extendida y ancha (Av=80°), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, algo globosa y saliente, es de protoconcha; la cuarta y última ocupa el 86'2 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es ancho y engrosado, insertándose en la espira por debajo de la sutura de la vuelta precedente (en vista oral). Columela con cuatro pliegues desiguales, los dos anteriores y los dos posteriores casi paralelos entre sí, siendo el par anterior más desarrollado que el posterior, sobre todo el primer pliegue. Color de fondo pardo naranja, con dos anchas bandas más oscuras en la parte anterior y posterior de la cara dorsal de la última vuelta; la espira es casi del mismo color de fondo que la concha, mientras que el *labrum* y los pliegues columelares son blancos.

Animal blanco níveo, algo translúcido, con parte de la trompa y de los repliegues laterales del borde anterior del pie manchados de rojo.

Etimología: Dedicada al Parque Nacional Alejandro Humboldt, donde se encuentra la localidad tipo de esta nueva especie.

Discusión: Por su tamaño, forma general y patrón de color, *Volvarina humboldtiana*, especie nueva, puede ser comparada con *V. occulta* Espinosa & Ortea, 2013, del bajo Salinas, Golfo de Batabanó, en el occidente de la costa sur de Cuba, la cual es más pequeña (5.7×2.35 mm) y estrecha ($Id = 2.65$), con la espira comparativamente menos extendida, su labio externo más estrecho y con diferente disposición y desarrollo de los pliegues columelares.

Complejo de especies relacionadas con *Volvarina pepefragai*:

Volvarina pepefragai Espinosa & Ortea, 1997
(Lámina 4A)

Avicennia 6-7: 115-116, Fig. 1, E y F.

Observaciones: Descrita originalmente del borde exterior del extremo oeste del Golfo de Batabanó, Cuba (holotipo= 7.0×2.8 mm), se caracteriza por la forma alargada y estrecha de su concha ($Id = 2.5$), de espira extendida, con los pliegues columelares más bien bajos y oblicuos con relación al eje axial de la columela y su patrón de color, blanco con dos bandas espirales de color pardo amarillento en la última vuelta.

Otros taxones relacionados con el grupo son *V. ardovinii* Cossignani, 1997 (5.3×2.3 mm; $Id = 2.3-2.43$), de Juan Dolio, Santo Domingo, y *V. brunoi* Espinosa & Ortea, 2013 (7.3×2.7 mm; $Id = 2.7$), del islote Fajou, La Guadeloupe, Antillas Menores. *Volvarina gracilis* (C. B. Adams, 1851), de Jamaica, por su forma general pudiera ser relacionada también con este grupo, pero la figura de su holotipo (6.6×2.3 mm; $Id = 2.86$) no ofrece detalles concluyentes (véase CLENCH & TURNER, 1950).

Volvarina nicasioi especie nueva
(Lámina 4B y 6H)

Material examinado: Un ejemplar recolectado vivo (04/2012) en playa Verracos (localidad tipo, $19^{\circ} 54'N$; $75^{\circ} 35'W$), 7.7 km al W del caserío de Sigua, en la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba (Figura 1), a 0.8 m de profundidad. Holotipo (6.35 mm de largo y 2 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, subfusiforme alargada y muy estrecha ($Id = 3.1$), con el lado izquierdo moderadamente convexo y el derecho de ligeramente sinuoso a casi recto (en vista oral). La espira es extendida y estrecha, formada por unas tres vueltas, la primera de las cuales, muy grande, globosa y saliente, con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 72,7% del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada y muy estrecha en su porción posterior, ensanchándose en la anterior; el labio externo es relativamente estrecho y poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales y casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados que los dos posteriores, sobre todo el primero que es el mayor. Color de fondo blanco pálido, casi translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espi-

rales de color pardo naranja bien marcadas, una posterior subsutural, otra en la parte media y la tercera y más ancha de todas, en la porción anterior de la vuelta; la protoconcha es del mismo color que la concha, mientras que los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal de color uniforme, blanco casi translúcido.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Nicasio Viñas Bayés, del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), destacado científico y profesor de varias generaciones de investigadores santiagueros.

Discusión: Por el tamaño y por la concha fusiforme y estrecha, *Volvarina nicasioi*, especie nueva, puede ser comparada con *V. pepefragai*, y con *V. brunoi*, de las cuales se diferencia por ser aún más estrecha y de espira más extendida, por la abertura más comprimida y por tener una disposición y un desarrollo diferente de sus pliegues columelares. *V. gracilis*, posee también tres bandas espirales de color pardo en su última vuelta, pero la forma de su concha es distinta (véase Clench & Turner, 1950, lám. 32, fig. 14). *V. ardovinii* posee una concha comparativamente menos alargada y estrecha, con la espira algo más corta y ancha.

***Volvarina pedroelcojo* especie nueva**
(Lámina 4C)

Material examinado: Dos conchas recolectadas en la playa Pedro El Cojo (localidad tipo), Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo (6'35 mm de largo y 2'4 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, subfusiforme alargada y estrecha ($Id=2'64$), con el lado izquierdo convexo y el derecho sinuoso (en vista oral). La espira es extendida, formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa, con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 70 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales y casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados que los dos posteriores, sobre todo el segundo que es el mayor. Color de fondo blanco, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo naranja bien marcadas, una posterior subsutural, otra media y la tercera, la más ancha, en la porción anterior de la concha; las bandas espirales anterior y posterior manchan el *labrum*; la protoconcha es del mismo color que la concha, mientras que los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labio externo son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor del recordado músico y cantante santiaguero Pedro el Cojo, que deleitaba con su guitarra a quienes visitaban su casa, hoy convertida en el restaurante "La Casa de Pedro el Cojo", dentro del Parque Baconao, cercano a la playa que da nombre a su localidad tipo.

Discusión: Relacionada con la especie anterior por su tamaño, la forma general y patrón de color de la concha, *Volvarina pedrocojoi*, especie nueva, se distingue de ella por su espira más corta, por tener el lado derecho de la concha marcadamente sinuoso, la abertura más amplia y sus pliegues columelares más gruesos y señalados.

***Volvarina davidi* especie nueva**
(Lámina 4D y 6I)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos (13/03/2014) en Aguadores (localidad tipo: 19° 58'N; 75° 50'W), 6'3 km al S de la ciudad de Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo (6'4 mm de largo y 2'45 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, subfusiforme alargada y muy estrecha (Id= 2'6), con el lado izquierdo convexo y el derecho de ligeramente sinuoso a casi recto (en vista oral). La espira es extendida y está formada por unas tres vueltas, la primera de ellas grande, globosa y saliente, con un núcleo marcado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 75 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, muy estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente estrecho y algo engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales, poco desarrollados y casi paralelos entre sí, los dos anteriores algo más gruesos que los dos posteriores, sobre todo el segundo que es el mayor. Color de fondo blanco translúcido, casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo naranja bien marcadas, una posterior subsutural que se continua por la espira, otra en la parte media y la tercera y más ancha de todas hacia la porción anterior de la vuelta; la protoconcha es del mismo color que la concha, mientras que los pliegues columelares y la porción media del borde libre del labio externo son blancos. Animal de color blanco hialino, sin manchas.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. David Maceira Filgueira, del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), destacado malacólogo santiaguero, colega y amigo.

Discusión: Con una concha de forma, tamaño y patrón de color similar a las dos especies descritas anteriormente (*V. nicasioi* y *V. pedroelcojo*), *Volvarina davidi*, especie nueva, se distingue de ellas por su aspecto más rechoncho (más corta y más ancha y por tener sus pliegues columelares menos aparentes (mas estilizados y bajos), alargados.

***Volvarina larramendii* especie nueva**
(Lámina 5A y 6J)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos en la playa Bueycabón (localidad tipo: 10° 58'N; 10° 57'W), 14'5 km al SW de la ciudad de Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo (6'0 mm de largo y 2'3 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, subfusiforme alargada y estrecha ($Id=2'6$), con el lado izquierdo convexo y el derecho de casi recto a ligeramente sinuoso (en vista oral). La espira es extendida y estrecha ($Av=43^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande y globosa, con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el $74'4\%$ del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, muy estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues marcados, desiguales y casi paralelos entre sí, los dos anteriores casi iguales y más desarrollados que los dos posteriores. Color de fondo blanco grisáceo, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo naranja bien marcadas, una posterior subsutural, otra media más estrecha y la tercera en la porción anterior de la vuelta; bandas de color que no manchan el borde libre del *labrum*; la protoconcha es del mismo color que la concha, y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos.

Animal de color uniforme, blanco níveo, algo translúcido.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Julio Larramendi, santiaguero, destacado fotógrafo, editor y autor de excelentes libros, colega y amigo, por sus relevantes aportes a la divulgación y conservación de la biodiversidad cubana.

Discusión: Perteneciente también al grupo de especies santiagueras del complejo *V. pepesfragai*, *Volvarina larramendii*, especie nueva se diferencia de todas ellas por tener un perfil lateral más alto, la espira comparativamente más corta y ancha, y porque la banda central espiral, de color pardo naranja, es más estrecha y ocupa una posición más elevada que en las otras especies.

***Volvarina juancarlosi* especie nueva**
(Lámina 5B)

Material examinado: Una concha recolectada (20/06/2015) en Las Sardinias (localidad tipo), Guamá, Santiago de Cuba (Figura 1). Holotipo ($6'45$ mm de largo y $2'35$ mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, subfusiforme alargada y muy estrecha ($Id=2'74$), con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto en su porción media (en vista oral). La espira es extendida y algo más ancha ($Av=48^\circ$) que en otros congéneres del grupo, formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande y globosa, con un núcleo señalado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el $75'7\%$ del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales y casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados que los dos posteriores, siendo el primero el más grueso de todos. Color de fondo blanco, casi opaco, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo naranja bien marcadas y de anchura parecida en vista ventral, una posterior subsutural, otra media y la

tercera, la más ancha, en el extremo anterior de la concha; la protoconcha es del mismo color que la concha y los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Juan Carlos Naranjo López, profesor del Departamento de Biología, de la Universidad de Oriente, fallecido en 2014; entomólogo cubano, y en particular de la fauna dulceacuícola, autor de numerosos artículos y libros. Un enamorado de la vida, de su profesión y de la naturaleza cubana, características que transmitía a cada uno de sus estudiantes.

Discusión: Perteneciente al grupo de especies cubanas de *V. pepefragai*, *Volvarina juan-carlosi*, especie nueva, se diferencia de todas ellas por la forma y proporciones de su concha ($Id=2'74$) el mayor ángulo de la espira y la disposición y desarrollo de sus pliegues columelares. Este grupo en Cuba es marcadamente caribeño y hasta el presente no se ha encontrado en su costa norte ninguna especie del género relacionada con él.

***Volvarina rancholunense* especie nueva**
(Lámina 5C y 6K)

Material examinado: Varias conchas y tres ejemplares recolectados vivos (03/12/98) en la playa Rancho Luna (localidad tipo: 22° 02'N; 80° 26'W), 11 km al SE de la ciudad de Cienfuegos, (Figura 1). Holotipo (6'5 mm de largo y 2'4 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, subfusiforme alargada y muy estrecha ($Id=2'70$), con el lado izquierdo convexo y el derecho de casi recto a ligeramente sinuoso (en vista oral). La espira es extendida y un poco estrecha ($Av=45^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande y globosa, con un núcleo señalado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 74'6 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y algo engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales y casi paralelos entre sí, los dos anteriores más desarrollados que los dos posteriores, sobre todo el segundo que es el mayor. Color de fondo blanco, poco translúcido, cruzado en la última vuelta por tres bandas espirales de color pardo naranja bien marcadas, una posterior subsutural, otra media y la última en el extremo anterior de la concha; la protoconcha es del mismo color que la concha, cuyos pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal de color blanco leche algo translúcido

Etimología: Gentilicio alusivo a su localidad tipo, la playa Rancho Luna, Cienfuegos.

Discusión: Relacionada con la especie anterior, *Volvarina rancholunense*, especie nueva se diferencia de ella por la forma general de su concha, con el lado izquierdo más convexo y curvado, el labio externo sinuoso en su parte media y los pliegues columelares menos marcados.

***Volvarina tobyi* especie nueva**
(Lámina 5D)

Material examinado: Diez conchas recolectadas en Punta Perdiz (localidad tipo), Parque Nacional Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba (Figura 1), entre 35-40 m de profundidad. Holotipo (6'1 mm de largo y 2'1 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha de tamaño mediano, lisa y brillante, subfusiforme alargada y muy estrecha ($Id=2'9$), con el lado izquierdo algo convexo y el derecho sinuoso (en vista oral). La espira es extendida y estrecha ($Av=40^\circ$), formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande, globosa y saliente, con un núcleo bien señalado, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 83 % del largo total de la concha (en vista dorsal). La abertura es más uniforme que en el resto del complejo, alargada y estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior; el labio externo es relativamente ancho y poco engrosado, insertándose en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta precedente. Columela con cuatro pliegues desiguales y casi paralelos entre sí por pares, los dos anteriores más desarrollados que los dos posteriores, sobre todo el segundo que es el mayor. Color de fondo blanco, algo translúcido, cruzado en la última vuelta por dos bandas espirales de color pardo naranja bien marcadas, una posterior subsutural, con continuidad en la espira y la otra en la porción anterior de la vuelta; ambas bandas espirales manchan los extremos anterior y posterior del labro; la protoconcha es del mismo color que la concha, mientras que los pliegues columelares y la porción media interna del borde libre del labro son blancos. Animal desconocido.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Roberto Ramos Tardarona, "Toby", para sus amigos y colegas, quien ha dedicado gran parte de su vida al estudio y conservación de los cocodrilos de la Ciénaga de Zapata.

Discusión: *Volvarina tobyi*, especie nueva, se diferencia fácilmente de todas las especies caribeñas del grupo *V. pepefragai*, citadas anteriormente, por la forma muy alargada y estrecha de su concha, y su patrón de color, con sólo dos bandas espirales de color pardo naranja en la última vuelta.

3. AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro sempiterno reconocimiento a todos los amigos y colaboradores que han participado en las campañas de colecta.

4. BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, R. T. 1974. *American seashells. Second Edition*, Van Nostrand Reinhold Co., Nueva York, 663 pp.
- ALAYO, P. & J. FREIRE 1947. Lista de los moluscos marinos de la bahía de Santiago de Cuba. (*Rev. Soc. Malacol. "Carlos de la Torre"*, 5(1): 21-22).

- CLARO, R. (editor). 2007. *La Biodiversidad Marina de Cuba*. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana. ISBN 978-959-298-001_3, 321 pp.
- CLENCH, W. J. & R. D. TURNER. 1950. The Western Atlantic Marine Mollusks Described by C. B. Adams. *Occasional Papers on Mollusks*, 1(15): 233-403.
- DE JONG, K. M. & COOMANS, H. E. 1988. Marine Gastropods from Curaçao, Aruba and Bonaire. *Studies on the fauna of Curaçao and other Caribdean Islands*, 69: 1-261, 47 pls.
- DIEZ, Y. L. & A. JOVER CAPOTE. 2012. Moluscos marinos del sector Bahía de Puerto Padre - Bahía de Nipe, Cuba. *Amici Molluscarum*, 20(1): 17-28.
- DIEZ, Y. & A. JOVER CAPOTE. 2013. Lista y distribución de los moluscos marinos de Santiago de Cuba, costa suroriental de Cuba. *Amici Molluscarum*, 21(1): 23-38.
- DIEZ, Y. & Y. L. REYES. 2014. Riqueza y composición de los moluscos del supralitoral rocoso en Santiago de Cuba, Cuba. *Amici Molluscarum*, 22(2): 15-24.
- D'ORBIGNY, A. 1853. Atlas de Zoología, en: *Historia física, política y natural de la Isla de Cuba* (R. de la Sagra, editor), Vol. 8, tabla I-XXVIII.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2012. Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de la isla Guadalupe (Karukera), Antillas Menores, Mar Caribe. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXIV (3): 119-151.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2013a. Nuevas especies de moluscos prosobranquios marinos de áreas caribeñas protegidas. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 105-110.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2013b. Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Gastropoda: Prosobranchia) de cuatro islas del Caribe: Cuba, Curazao, Guadalupe y Martinica. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 195-218.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2014. Nuevas Especies de Moluscos Gasterópodos (Mollusca: Gastropoda) del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Sector Baracoa, Guantánamo, Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXVI: 107-135.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & Y. L. DIEZ. 2012. Nueva especie de marginela del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Neogastropoda) de la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXIV (3): 115-118.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA, & L. MORO. 2008a. Nueva especie de marginela del género *Prunum* Herrmannsen, 1852 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) de Parque Nacional Alejandro de Humboldt, sector Baracoa, Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XX (3-4): 19-22.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA, & L. MORO. 2008b. Tres nuevas especies de marginelas del género *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) de la región occidental de Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XX (3-4): 23-28.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & L. MORO. 2009. Nuevos datos y nuevas especies de la Familia Marginellidae Fleming, 1828 (Mollusca: Neogastropoda) en el Archipiélago Cubano. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXI (3-4): 59-79.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & L. MORO. 2010. Nuevos datos sobre la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) en Cuba, con la descripción de nuevas especies. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXII (4): 161-168.

- FREYRE, J. A. & P. ALAYO. 1947. Recolectando en la Ensenada del Nispero. *Revista de la Sociedad Malacológica "Carlos de la Torre"*, 5(1): 21-22.
- JOVER CAPOTE, A., Y. L. DIEZ & D. TAMAYO. 2014. Composición de los moluscos de la zona fital del mesolitoral rocoso en Santiago de Cuba. *Amici Molluscarum*, 22(1): 15-27.
- JOVER CAPOTE, A., Y. L. DIEZ & D. TAMAYO. 2014. Composición de los moluscos de la zona fital del mesolitoral rocoso en Santiago de Cuba. *Amici Molluscarum*, 22(1): 15-27.
- LIPE, R. 1991. *Marginellas. The Shell Store*, St. Petersburg Beach, Florida, 40 pp.
- ORTEA, J. 1972. *Taxonomía numérica de Bivalvos*. III European Philips Contest. Mimeografiado. Libro de resúmenes p. 42, Ediciones Dayton, Madrid.
- ORTEA, J. 2014. Cómo integrar ciencia y naturaleza: descripción de nuevas especies de *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Marginellidae) de la isla de Guadeloupe y sus islotés satélites (Antillas Menores, Mar Caribe), nombradas en honor de treinta mujeres distinguidas con el premio l'Oreal-UNESCO. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, Vol. XXVI, 129-188.
- TRYON, G. W., Jr. 1882-1883. Marginellidae, Olividae, Columbidae. *Manual of Conchology; Structural and Systematic*, serie 1, vol. 5 (17-20): 1-276.
- WARMKE, G. L. & R. T. ABBOTT. 1961. *Caribbean Seashells*. Livingston Publishing Company: Wynnewood, PA., 348 pp.
- YIDI DACCARETT, E. & V. SARMIENTO BOSSIO. 2011. *Colombian Seashells from the Caribbean Sea*. L'Informatore, Piceno, Italia, 384 pp.

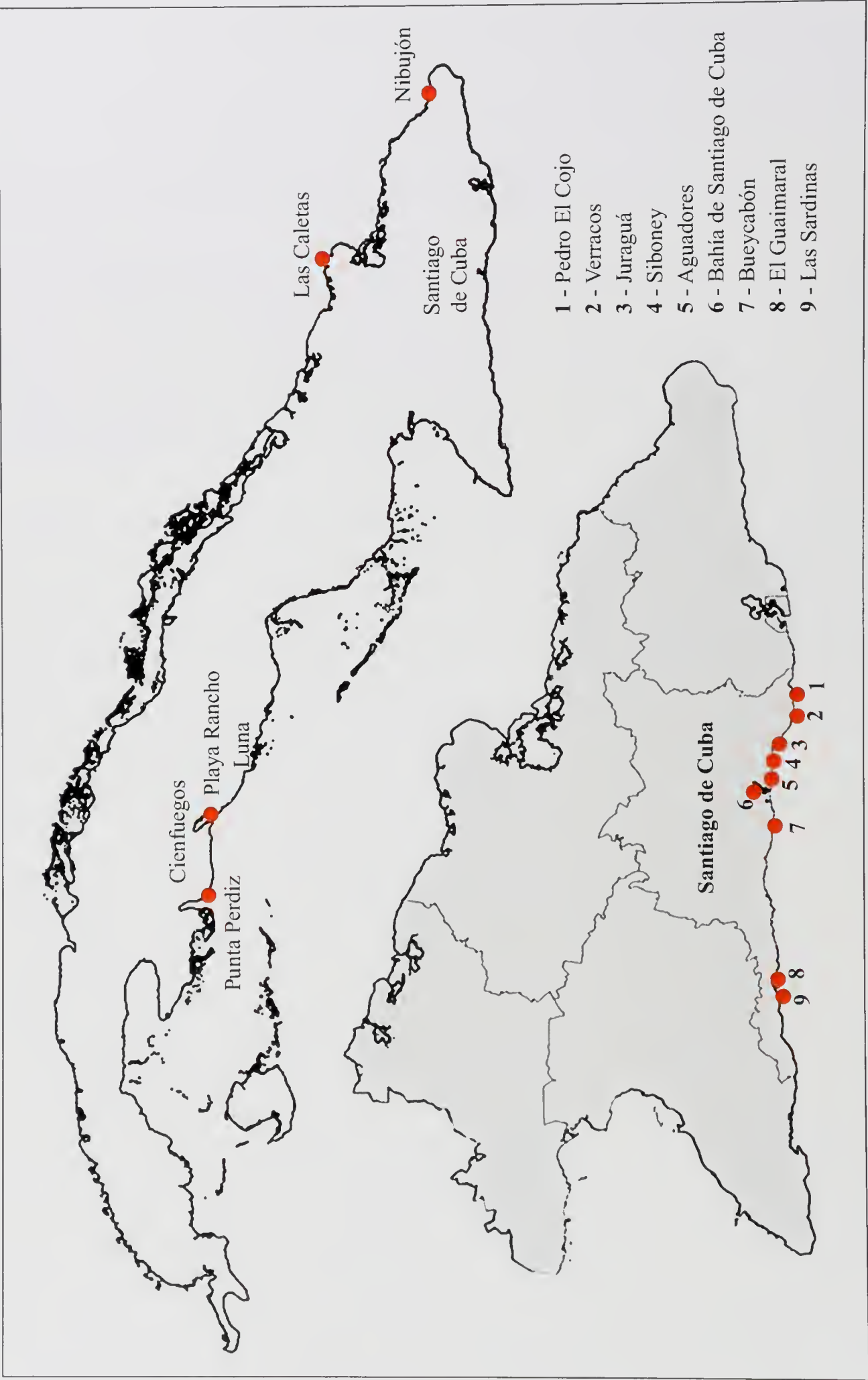


Figura 1.- Localidades.



Lámina 1.- *Volvarina abdieli* (A), *Volvarina bernardoi* (B), *Volvarina lilianamariae* (C), *Volvarina santiagocubense* (D).



Lámina 2.- *Volvarina alayoi* (A), *Volvarina guamaense* (B), *Volvarina dennisi* (C), *Volvarina holguinera* (D).

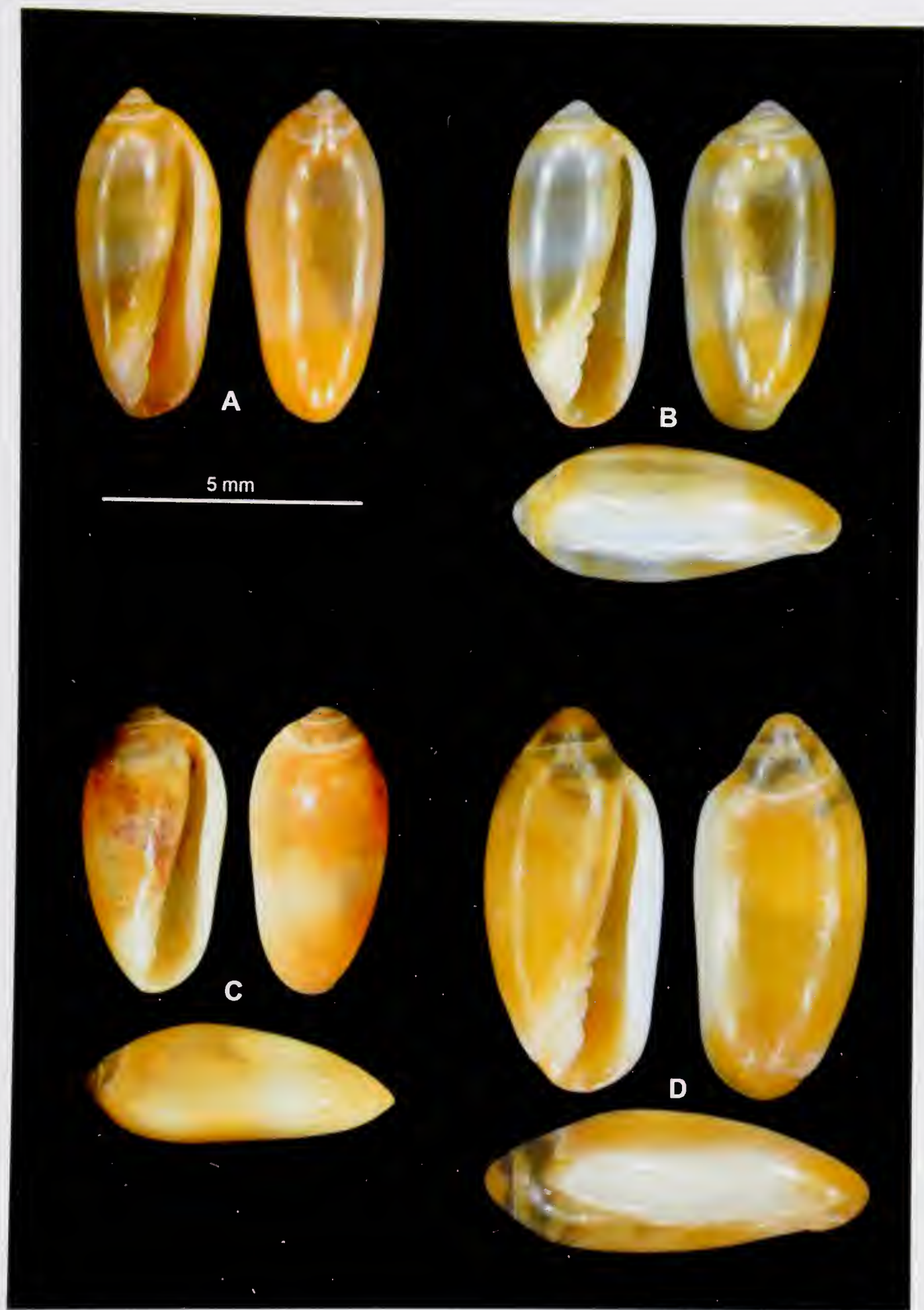


Lámina 3.- *Volvarina santiaguera* (A), *Volvarina juraguaense* (B), *Volvarina cienfueguera* (C), *Volvarina humboldtiana* (D).

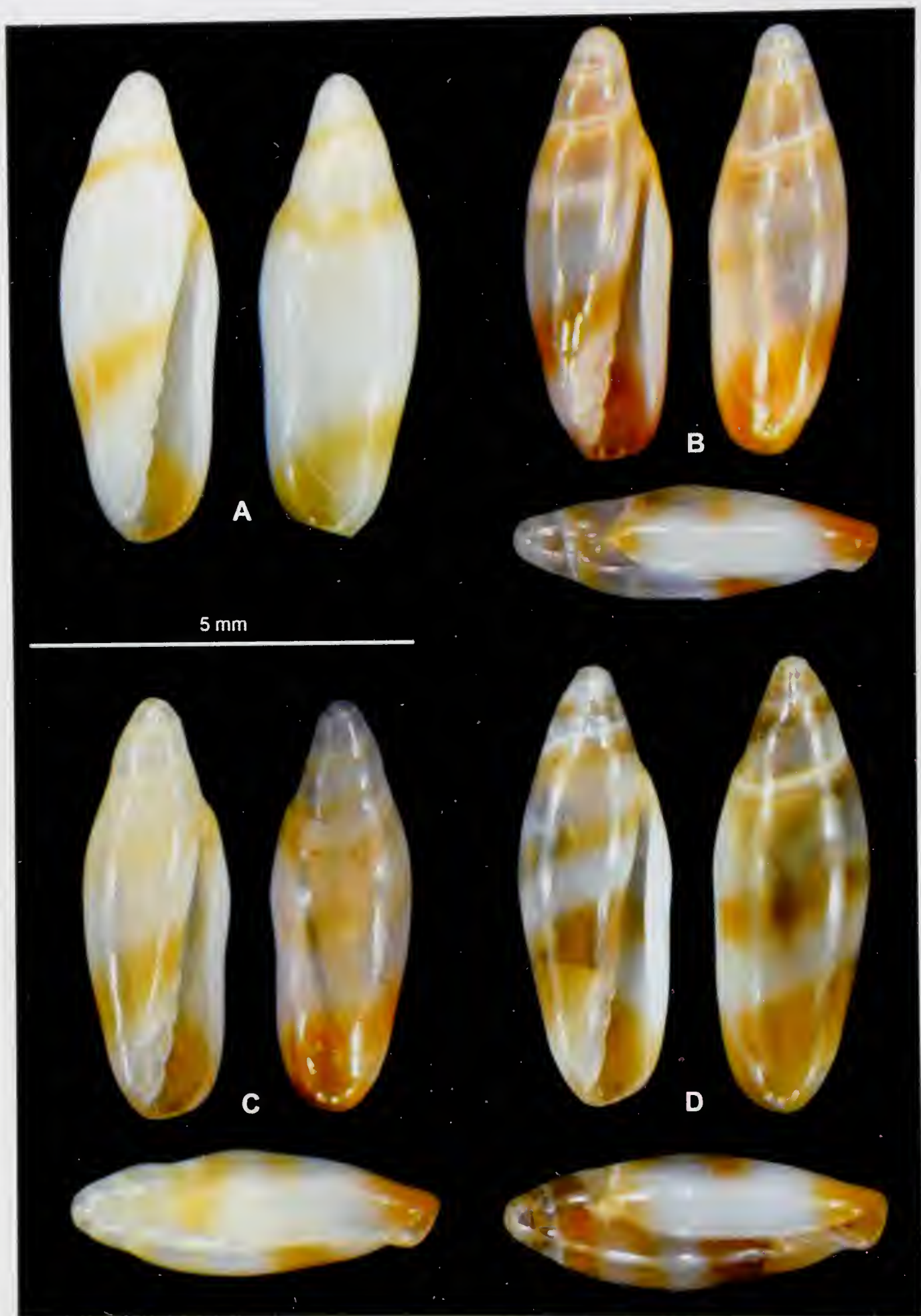


Lámina 4.- *Volvarina pepefragai* (A), *Volvarina nicasioi* (B), *Volvarina pedrocojoi* (C), *Volvarina davidi* (D).

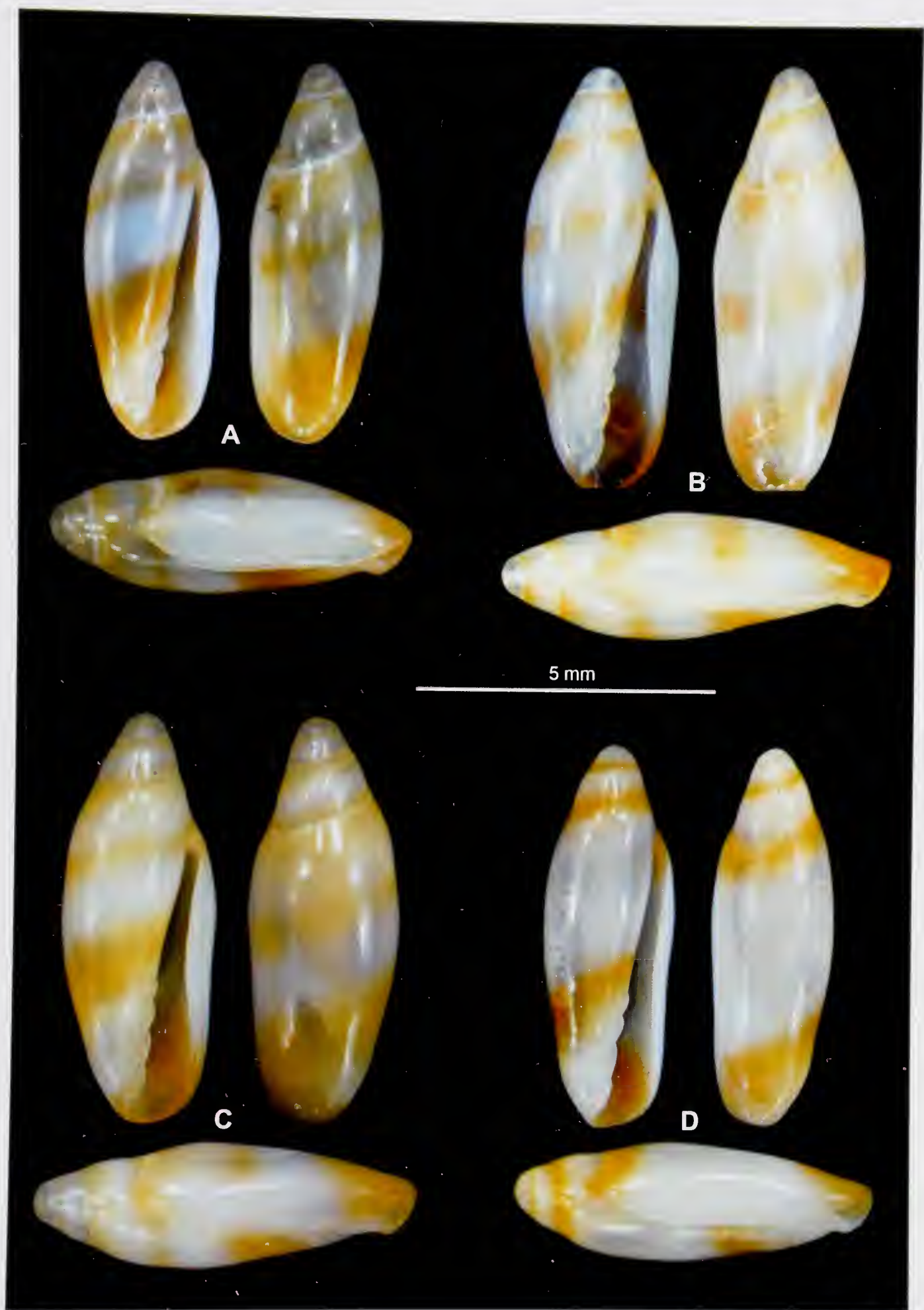


Lámina 5.- *Volvarina larramendii* (A), *Volvarina juancarlosi* (B), *Volvarina ranchohuense* (C), *Volvarina tobyi* (D).

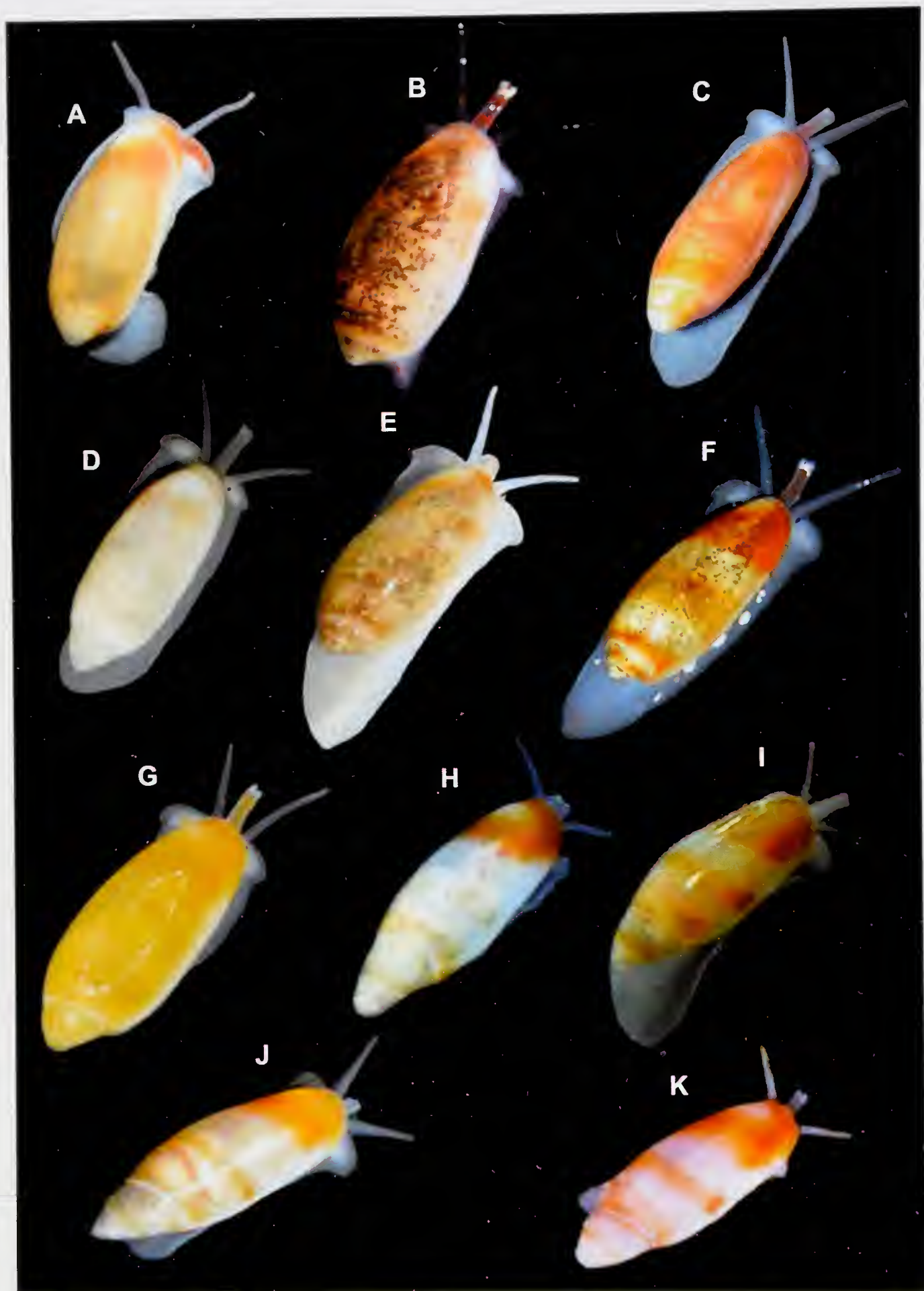


Lámina 6.- Animales vivos de *V. lilianamariae* (A), *V. alayoi* (B), *V. guamaense* (C), *V. holguinera* (D), *V. santiaguera* (E), *V. juraguaense* (F), *V. humboldtiana* (G), *V. nicasioi* (H), *V. davidi* (I), *V. larramendii* (J) y *V. rancholunense* (K).

Anthropogenic influence on coastal phytoplankton seasonality

Hernández*, C.A., García Braun, J.A., & Hernández, J.C.

Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología
Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna

* Corresponding author: jocarher@ull.es

ABSTRACT

The effects of temperature and anthropogenic influence on the seasonal distribution and size structure of coastal phytoplankton were studied at two coastal sites in SE Tenerife, Canary Islands. We hypothesized that the anthropogenic influence would shift the trophic state of the system towards more eutrophic levels. The sites had different levels of anthropogenic influence and the sampling was carried out during two time periods with different mean surface temperatures: October 2003 - April 2005 showed higher temperature than February 2007 - April 2008. The more anthropogenically influenced station showed higher phytoplankton production and biomass, due to the higher productivity and biomass of the bigger than two micrometer cells. Two distinct production blooms were detected: a typical late winter bloom which occurred in January – February, and an autumn bloom in October. Photosynthetic picoplankton primary production was higher during the “cold” period compared to the “warm” period, but this production was uncoupled with biomass. Anthropogenic influence produced a more eutrophic state, with decreased importance from picoplankton cells on biomass.

Keywords: Phytoplankton; primary production; biomass; coastal waters; Canary Islands.

RESUMEN

Se estudió el efecto de la temperatura y la influencia antrópica sobre la distribución estacional y la estructura de tallas del fitoplancton costero en dos localidades del Sureste de Tenerife, islas Canarias. La hipótesis que planteamos fue que la influencia antrópica modificaría el estado trófico del sistema hacia valores más eutróficos. Las localidades se escogieron por presentar distintos niveles de influencia humana y los muestreos fueron realizados durante dos periodos de tiempo con temperaturas medias superficiales diferentes: de octubre de 2003 a abril de 2005 con una media de temperatura superficial de la mar más alta que la de febrero de 2007 a abril de 2008. El lugar con mayor influencia antrópica

mostró más biomasa y producción del fitoplancton, debido principalmente al aporte de la fracción superior a 2 micrómetros de tamaño. Se detectaron dos picos de producción: uno a finales de invierno, que ocurrió de enero a febrero, y un pico otoñal en octubre. La producción primaria del picoplancton fotosintético fue más alta durante el periodo frío en comparación con el cálido, pero esta producción no se vio relacionada con la biomasa. La influencia antrópica provocó unas condiciones más eutróficas, con una reducción del aporte de las células del picoplancton a la biomasa total del fitoplancton.

Palabras clave: Fitoplancton; producción primaria; biomasa; aguas costeras; islas Canarias.

1. INTRODUCTION

Phytoplankton is the main primary producer in most marine ecosystems and its size structure is a key factor in modulating the food web dynamics and the carbon cycle (AZAM *et al.* 1983; LEGENDRE & LE FÈVRE, 1991). Photosynthetic picoplankton (ppp), small cells less than 2 mm in size (SIEBURTH *et al.* 1978), is of great importance in marine ecosystems. The ppp is an important component of the pelagic community in both freshwater (HAWLEY & WHITTON, 1991; PETERSEN, 1991; VÖRÖS *et al.* 1991) and marine environments (TAKAHASI *et al.* 1985; ITURRIAGA & MARRA, 1988). It has been established that the contribution of ppp to carbon fixation ranges from 1 to 90% of the total primary production in marine environments (STOCKNER, 1988) and that its contribution to total global aquatic net primary productivity is at least 10% (RAVEN, 1998). The importance of ppp is highest in oligotrophic waters where small phytoplankton cells are responsible for more than 50% of biomass and primary production (AGAWIN *et al.* 2000). In coastal eutrophic waters ppp is less important as phytoplankton structure is dominated by larger cells (JOINT *et al.* 1986; SONDERGAARD *et al.* 1991). However, there is evidence that the microbial food web is an essential feature in coastal upwelling areas in addition to oligotrophic regions (VARGAS & GONZALEZ, 2004). Previous studies have stated that the importance of picoplankton declines as total autotrophic production and biomass increases and that picoplankton biomass and production hold greater importance in warm nutrient-poor waters (AGAWIN *et al.* 2000). POLAT *et al.* (2005) found that temperature was one of the most important factors influencing phytoplankton and that a positive significant correlation existed between temperature and phytoplankton abundance. It is known that microzooplankton grazing activity is the main source of phytoplankton mortality in open ocean (CALBET & LANDRY, 2004). In coastal areas a number of different factors may affect the temporal and spatial distribution of phytoplankton including nutrient availability, light, temperature, turbulence and grazing. In coastal areas nano- and microplankton usually dominate biomass and production for considerable periods of time (MALONE *et al.* 1991; IRIARTE & PURDIE, 1994). However, studies specifically designed to investigate phytoplankton size distribution in shallow oligotrophic waters are scarce. One such study in coastal waters of the Canary Islands (~40 m depth) showed that picoplanktonic cells dominated the phytoplankton (>60% of the primary production) (ARISTEGUI *et al.* 2001).

The Canary Islands region is described as oligotrophic and has a low nutrient concentration, primary production rate and phytoplankton biomass throughout most of the year (DE LEÓN & BRAUN, 1973; BRAUN, 1980; ARÍSTEGUI, 1990). Like in other subtropical areas, a temporal thermocline forms which restricts the vertical flux of nutrients from deep waters to the surface, thus limiting phytoplankton growth. This thermocline is eroded at the end of winter, when surface waters are cooler allowing mixing of deep nutrient rich waters with the nutrient depleted surface waters, and it is at this time of year that the annual primary production and chlorophyll a concentration reach their maximums (DE LEON & BRAUN, 1973). Although chlorophyll a and primary production values are higher in winter than at any other time of the year in this subtropical region, the values are lower than typical maxima observed in temperate areas during the spring bloom (HARVEY et al 1935; SVERDRUP, 1953).

The world's oceans are being affected by the global warming scenario that is bringing rapid changes to the Earth's environments (HOEGH-GULDBERG & BRUNO, 2010). For example, the average temperature of the upper layers of the ocean have increased by 0.6 °C over the past 100 years (PACHAURI, 2007) and the annual primary production of the world's oceans has decreased by at least 6% since the early 1980's (GREG et al 2003). Local and temporal events such as seasonality, variations of temperature and nutrients availability can be useful tools to predict the ocean response to climate change.

In this paper we studied the temporal and spatial distribution of production, biomass and size structure of phytoplankton in two separate coastal stations during two distinctive time periods: a warm period (2003-2005) and a cool period (2007-2008) based on sea surface water temperature. The two stations are in shallow water subtidal areas and are impacted by different degrees of anthropogenic influence; Boca Cangrejo (BC) is located in an urban area with marine outfalls in the vicinity while AB (Abades) is in a more isolated area where no marine outfalls are present. Our goals were:

1. To determine the contribution of ppp to total primary production and biomass in these two coastal shallow areas during the seasonal phytoplankton cycle.
2. To determine the effect of the location (related with the level of anthropogenic influence) on the biomass and production of picoplankton and the bigger than 2 mm phytoplankton community.
3. To determine the influence of time period (water temperature) on the biomass and production of picoplankton and the bigger than 2 mm phytoplankton community.

2. MATERIALS AND METHODS

Two shallow waters stations (4 to 6 meters depth) in the subtidal area were chosen on the south-eastern coast of Tenerife Island, Abades (AB; 28°08'26"N, 16°26'04"W) and Boca Cangrejo (BC; 28°24'22" N, 16°18'52"W) (Fig.1). Current and wind regimes are similar in both localities. Nevertheless, Abades has high densities of small individuals of the sea urchin species *Diadema africanum* and low macro-algal cover, usually called "urchin barren grounds", and Boca Cangrejo has low densities of large individuals and

high macro-algal cover. Both stations were sampled for fractionated chlorophyll a (bigger and smaller than 2 mm fractions) and fractionated primary production during two time periods: from October 2003 to April 2005 and from February 2007 to April 2008. AB was said to have a relatively low anthropogenic influence since it is located approximately 500 m from any residential areas. BC is located within a residential area built on the seashore, near some densely populated urban centres. BC also has marine outfalls in its vicinity whereas there are none at AB, suggesting that BC may be subject to local enrichment processes due to additional nutrient input to the marine environment.

The samples were taken monthly during the period covering the years 2003 to 2005. From 2007 to 2008 it was not possible to make monthly samplings and some periods of the year are absent.

Water samples were collected from the sea surface using polyethylene bottles. From each bottle, subsamples were drawn for chlorophyll a analysis and primary production measurements. Temperature was measured in situ with a portable thermometer.

2.1. *Pigment Concentration*

Chlorophyll a and phaeopigment concentrations were estimated with a Turner Designs Trilogy fluorometer equipped with an acidification method Chl a module and calculations used the equations from STRICKLAND & PARSONS (1972). For each sample, a 1000 ml subsample was filtered on a Millipore polycarbonate 2 mm filter to retain the fraction of phytoplankton cells greater than 2 mm, and another 1000 ml subsample was filtered on a Whatmann GF/F glass microfiber filter to retain the total phytoplankton population. Pigments were extracted in 90% acetone for 24 h in the dark at 4 °C. The picoplankton pigment concentration was calculated as the difference between the total and 2 mm fractions.

2.2. *Primary Production*

Primary production was measured using the ^{14}C method of STEEMAN-NIELSEN (1957) using clear and dark polycarbonate bottles. 4 mCi of ^{14}C in bicarbonate form were added to each bottle prior to incubation for 4 to 5 hours. After incubation, each bottle was filtered sequentially through filters with pore sizes 2 and 0.7mm (Whatmann GF/F glass microfiber filters). Filters were dried, fumed overnight with HCl and placed in scintillation vials with 8 ml of Optiphase Hi-Safe scintillation cocktail and measured in a liquid scintillation counter.

2.3. *Data Analyses*

A three way permutational ANOVA was used to analyse chlorophyll a concentration for phytoplankton cells larger than 2 mm, chlorophyll a concentration for phytoplankton cells smaller than 2 mm (photosynthetic picoplankton), and primary production of both photosynthetic picoplankton and bigger than 2mm photosynthetic cells. The factor 'year' was treated as a fixed factor with two levels ('warm' and 'cold'). 'Anthropogenic influence' was treated as a fixed factor with two levels ('AB' with low anthropogenic influence, and 'BC', with high anthropogenic influence). 'Period', referred to period of the year, was a fixed factor with two levels: 'stratified water column period' (from May to November) and 'mixed water column period' (from January to April).

The software PRIMER 6 and PERMANOVA + were used for all analyses of variance (ANDERSON *et al.* 2008).

3. RESULTS

The annual mean sea surface temperature (SST) cycle in AB during 2003 - 2005 showed its maximum during September - October (24.1 °C in October 2003 and 24.9 in September 2004), while the minimum values were measured in winter (19.20 °C in March 2004 and 19.0 °C in January, February and March 2005). BC showed a similar pattern during the same period (24.70 °C in September 2004, 24.20°C in October 2003, 19.00 °C in January 2005 and 19.60°C in March 2004). In the period within February 2007 and April 2008 the temperature maximum was detected in September (23.3 °C in both stations) and the minimum was detected in March 2007 (19.05 °C) and in February 2008 (19.7 °C). This annual temperature cycle corresponds well with previous works in the Canary Islands region (DE LEON & BRAUN, 1973; BARTON *et al.* 1998).

Mean SST during the 2003 - 2005 in the Canary Islands region was 21.51 °C, while during 2007-2008 it was 21.34 °C. Also, the highest SST of each year was higher during 2003-2005 than during 2007-2008 (Fig. 2). Because of these differences in SST between periods we decided to characterise 2003-2005 as a 'warm period' and 2007-2008 as a 'cold period'.

Analysis showed that the total chlorophyll a concentration at BC was higher than at AB in both warm and cold periods (Table 1, Fig. 3a). The mean [Chla] at BC was 44% higher than the value obtained at AB during the same time period (2003-2005). In the cold period (2007-2008) [Chla] at BC was 33% higher than the value at AB. Primary production was significantly higher at BC during both time periods (Table 1; Fig. 3b). Mean primary production at BC was 37% higher than at AB during the warm period and in the cold period it was 52% times higher at BC than at AB. These results suggest that BC is more productive and supports a larger biomass of phytoplankton than AB, so the conditions are less oligotrophic in BC.

The [Chla] of cells >2 mm was higher in BC (Table 1; Fig. 3c). No significant difference in [Chla] of ppp was observed between the two stations.

3.1. Temporal Variation

Photosynthetic picoplankton production showed significant differences between the two time periods sampled. At AB in particular production from ppp was higher during the cold period (Table 1, Fig. 3d). The difference in productivity of ppp was not accompanied by any significant differences in [Chla] from this fraction between warm and cold periods.

Photosynthetic picoplankton [Chla] in BC was higher during the warm period and [Chla] was dominated by the larger phytoplankton cells during the cold period at this site.

Production of phytoplankton >2 mm was greater at late winter, when the seasonal thermocline is usually absent in the Canary Islands (BRAUN, 1980; BARTON *et al.* 1998).

3.2. Warm Period in the Low Anthropogenic Influence Site (AB)

[Chla] peaked at 0.27 mgm^{-3} (compared to a mean value of $0.18 \pm 0.06 \text{ mgm}^{-3}$); the highest [Chla] values were all obtained during the winter months: February 2004 (0.26 mgm^{-3}) and December, January and February of 2005 (0.24 , 0.27 and 0.26 mgm^{-3} respectively).

The mean ppp [Chla] was $0.08 (\pm 0.05) \text{ mgm}^{-3}$, the lowest value was $\sim 0 \text{ mgm}^{-3}$ and maxima was 0.20 mgm^{-3} . This maximum [Chla] value was measured in November 2003 when the contribution of ppp to total [Chla] was of 76.9%. The contribution of ppp to the total phytoplankton [Chla] fluctuated during this period; with a mean of 39.5% ($\pm 22.6\%$).

The maximum production occurred in October 2004 ($0.98 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$) although lesser peaks occurred in the winter months. Autumn peaks with higher production values ($2.44 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ in October 2004) also occurred at BC providing further evidence that the high production values were not just an episodic event.

Levels of primary production showed greater temporal variation than [Chla]. Higher production rates were obtained in the winter months compared to spring or summer (there was an additional peak in autumn). Mean primary production was $0.49 (\pm 0.21) \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$.

Autotrophic picoplankton was responsible for 51.0% (± 12.7) of total primary production at AB during the warm period, suggesting that microbial processes are important in this site. The mean ppp production in this period was $0.28 (\pm 0.16) \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$. However in January 2005 primary production by ppp peaked at $0.52 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ and this group made up 62.7% of total production. In the October 2004 production peak the contribution from ppp was $\sim 50\%$.

3.3. Warm Period in the High Anthropogenic Influence Site (BC)

Mean total [Chla] was $(0.32 (\pm 0.14) \text{ mgm}^{-3})$, a value typical of oligotrophic areas. Although [Chla] was higher at the end of winter (February), an important [Chla] peak was measured in October (0.72 mgm^{-3}).

Photosynthetic picoplankton contributed less than 50% overall to total phytoplankton [Chla] at BC ($44.5\% \pm 16.0$); mean ppp [Chla] was $0.13 \pm 0.05 \text{ mgm}^{-3}$. The main ppp [Chla] peak occurred in February 2004, when the group made up 63.4% of the total phytoplankton biomass.

Production showed high seasonal variation (mean $1.07 \pm 0.52 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$). Higher values were generally obtained in the late winter months (mean $1.37 \pm 0.21 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$) and lower values in summer (mean $0.76 \pm 0.27 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$), but the highest peaks occurred in autumn (maximum $2.44 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$ in October 2004). Primary production values this high are not normally expected in the Canaries during autumn; previously such levels have only been measured during the late winter-spring bloom.

Picoplankton contributed 48.8% (± 11.1) to total primary production during the warm period at BC. At their peak in October 2004, ppp provided $1.22 \text{ mgCm}^{-3}\text{h}^{-1}$, making up 50% of total production.

3.4. Cold Period in the Low Anthropogenic Influence Site (AB)

[Chla] peaked in February 2008 (0.49 mgm^{-3}) and mean total [Chl a] was $0.24 (\pm 0.12) \text{ mgm}^{-3}$.

Photosynthetic picoplankton Chla concentration peaked in January and February 2008 and the mean for this group was $0.08 (\pm 0.06) \text{ mgm}^{-3}$. In February and March some

measurements showed that ppp [Chl a] was close to zero and overall the contribution of picoplankton to total [Chl a] was low at this site (32.6% (± 27.41)). Photosynthetic picoplankton made up the largest percentage of total phytoplankton [Chl a] in August 2007 (71.1%) when it was particularly low (0.14 mgm⁻³, see Fig. 4b).

At AB, mean total primary production was higher than at BC (0.72 (± 0.37) mgCm⁻³h⁻¹) and values rose above 1.00 mgCm⁻³h⁻¹ in September 2007 and February 2008. Also in February 2008 the contribution of ppp to total production was higher than at any other time during the cold period (ppp production was 0.85 mgCm⁻³h⁻¹m), equivalent to 70.52% of total production compared to a cold period average of 14% (± 12.64).

3.5. Cold Period in the High Anthropogenic Influence Site (BC).

In February 2008 total [Chl a] peaked at BC (0.90 mgm⁻³), the highest [Chl a] peak recorded during the present study. In the same month photosynthetic picoplankton [Chl a] was relatively low in comparison (0.10 mgm⁻³). Picoplankton contribution to total [Chl a] in BC was also low (mean = 17.34% ± 22.0): during several months of the cold period, chlorophyll a levels from the <2 mm cell fraction were undetectable.

Primary production at BC was high, exceeding 1.00 mgCm⁻³h⁻¹ in most of the sampled months, and mean total primary production was 1.15 (± 0.39 mgCm⁻³h⁻¹). Primary production by ppp (0.60 ± 0.22 mgCm⁻³h⁻¹) made up ~50.0% of the total.

4. DISCUSSION

The two time periods studied showed significant differences in ppp production and biomass. The higher biomass from small cells present in BC during the warm period is consistent with previous studies that have shown that warming decreases the size of individual phytoplankton (Morán et al. 2010). This occurred only in BC, which was more productive and rich in biomass than AB.

The temporal distribution of primary production and [Chl a] observed in this study showed some differences with the typical annual production cycle in waters around the Canary Islands unaffected by the NW African coastal upwelling. Phytoplankton are known to bloom in late winter in these waters when the seasonal thermocline is eroded allowing nutrient rich deep water layers to mix with nutrient depleted surface waters (BARTON *et al.* 1998). In the present study additional production peaks were observed in October 2003 and October 2004 at one of the study sites (BC). Such high rates of primary production were not expected during autumn due to the extent of stratification existing in the water column at this time of year. These peaks may have resulted from episodic inputs of nutrients from the land. Monthly precipitation data from the Spanish 'Agencia Estatal de Meteorología' (State Meteorological Agency) show that precipitation levels were particularly high in October 2003 and September 2004. The high level of rainfall may have contributed to more nutrients being leached from the land into the coastal sea. It has previously been observed that coastal environments are associated with complex phytoplankton dynamics because they are subject to different sources of nutrient input, turbulence, predators and light sources compared to open ocean populations (CABRIAS & VALIELA, 1999). In coastal environments phytoplankton also receive constant nutrient input from the terrestrial environment

or from the benthos which helps to maintain primary production throughout the whole year (DUGDALE & GOERING, 1967).

By comparing the two sites (BC and AB), differences can be seen in both total [Chl a] and total primary production. It is suggested that these differences are caused by the differing levels of anthropogenic influence at the two sites; at BC which is closer to a residential area and several marine outfalls total primary production of photosynthetic cells was greater. The additional anthropogenic nutrient input (from the marine outfalls) may have been responsible for the higher levels of primary production in both the >2 and <2 mm photosynthetic cell fractions at BC compared to AB. However, [Chl a] was only higher at BC in the larger cell fraction (>2 mm). In oceanic oligotrophic waters, picoplankton tends to dominate phytoplankton biomass (CHISHOLM, 1992; PARTENSKY *et al.* 1996; AGAWIN *et al.* 2000; BELL & KALFF, 2000). The locations sampled in the present study are situated in shallow coastal waters (5 to 10 meters depth) where higher levels of nutrient input can be expected compared to open ocean.

Previous studies have suggested that an increase in nutrient input stimulates production of both autotrophic picoplankton and larger phytoplankton cells, the relative importance of the microbial food web is thought to decrease under higher nutrient conditions since larger phytoplankton come to dominate total biomass (BELL & KALFF, 2001).

The results of the present study were in keeping with BELL & KALFF'S finding as larger cells did dominate biomass at both coastal sites. Ppp made up $>50\%$ of total primary production in both study periods but the [Chl a] (proxy of biomass) of these small cells was lower at BC than at AB (17.34% of total compared to 32.57%).

In more productive waters the biomass of larger phytoplankton has been found to exceed that of picoplankton (AGAWIN *et al.* 2000). The contribution of ppp to total phytoplankton may have therefore diminished under higher eutrophication levels. Since BC is the more anthropogenically impacted of the two sites, it is suggested that the relative dominance of larger phytoplankton cells may be a result of a higher level of nutrient input. It has also been observed that primary production and [Chl] are uncoupled. An increase in ppp production did not always translate to an increase in ppp [Chl a], perhaps due to the high level of grazing pressure that exists on picoplankton in coastal waters richer in nutrients. Macrozooplankton grazing is a significant factor determining mortality of phytoplankton in the oceans (CALBET & LANDRY, 2004) and ingestion rates increase nonlinearly as primary production increases (CALBET, 2001). Previous studies have also shown that larger phytoplankton cells can grow faster when nutrients are available (CHEN & LIU, 2010). It has also been observed that in high nutrient conditions the grazing pressure is higher on smaller cells (BARQUERO *et al.* 1998; WATSON & MCCAULY, 1988, CALBET, 2001; CALBET, 2008) whilst the size of larger phytoplankton proves an effective grazing deterrent (LITCHMAN *et al.* 2007). This differential grazing effect and its effect on biomass accumulation could also explain why production was higher at BC than AB in both large and small cell fractions whereas differences in biomass were only detected in the >2 mm fraction.

The close proximity of BC to a residential area and marine outfalls probably enhanced total phytoplankton productivity and biomass at this site. This may be caused by a higher nutrient input from anthropogenic sources but, unfortunately, although water samples were taken for nutrients measurements, it was not possible to analyse these

samples. Productivity was higher in both size fractions of photosynthetic cells (<2 mm and >2 mm). [Chl a] of the photosynthetic picoplankton did not differ significantly between the two stations.

Primary production by photosynthetic picoplankton dominated total production (> 50% of total) but the percentage contribution of this fraction to total biomass was lower under the less oligotrophic conditions associated with BC.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dominique Girard for her assistance in the field sampling and in the laboratory. We would also like to thank the Radioactive Installation of Anchieta Campus of Universidad de La Laguna (IRA 1727) and its personnel for the measuring of the ¹⁴C samples. This research was carried out within the framework of the projects 'ACIDROCK' CTM2010_21724 (subprogram MAR) and 'BLUEROCK' CGL2013-43908-R of the Spanish 'Ministerio de Ciencia e Innovación'.

6. REFERENCES

- AGAWIN, N.S.R., C. DUARTE & S. AGUSTÍ. 2000. Nutrient and temperature control of the contributions of picoplankton to phyto-plankton biomass and production. *Limnology and Oceanography* 45: 591-600.
- ANDERSON, M.J., R.N. GORLEY & K.R. CLARKE. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods, PRIMER-E. Plymouth, Reino Unido, 214 pp.
- ARIÍSTEGUI, J. 1990. La distribución de la clorofila a en aguas de Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 6: 61-72.
- ARÍSTEGUI, J., S. HERNÁNDEZ-LEÓN, M.F. MONTERO & M. GÓMEZ. 2001. The seasonal planktonic cycle in coastal waters of the Canary Islands. *Scientia Marina*. 65: 51-58.
- BARQUERO, S., J.A. CABAL, R. ANADÓN, E. FERNÁNDEZ, M. VARELA & A. BODE. 1998. Ingestion rates of phytoplankton by copepod size fractions on a bloom associated with an off-shelf front off NW Spain. *Journal of Plankton Research* 20: 957-972.
- BARTON, E.D., J. ARÍSTEGUI, P. TETT, M. CANTÓN, J. GARCÍA-BRAUN, S. HERNÁNDEZ-LEÓN *et al.* 1998. The transition zone of the Canary Current upwelling region. *Progress in Oceanography* 41: 455-504.
- BELL, T. & J. KALFF. 2001. The contribution of picophytoplankton in marine and freshwater systems of different trophic status and depth. *Limnology and Oceanography* 46: 1243-1248.
- BRAUN, J.G. 1980. Estudios de producción en aguas de las Islas Canarias. I Hidrografía, nutrientes y producción primaria. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 285: 149-154.

- BURNS, C.W. & J.G. STOCKNER. 1991. Picoplankton in six New Zealand lakes: abundance in relation to season and trophic state. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 76: 523-536.
- CALBET, A. 2001. Mesozooplankton grazing effect on primary production: a global comparative analysis in marine ecosystems. *Limnology and Oceanography* 46: 1824-1830.
- CALBET, A. 2008. The trophic roles of microzooplankton in marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*. 65: 325-331.
- CALBET, A. & M.R. LANDRY MR. 2004. Phytoplankton growth, microzooplankton grazing, and carbon cycling in marine systems. *Limnology and Oceanography* 49: 51-57.
- CHEN, B. & H. LIU. 2010. Relationships between phytoplankton growth and cell size in surface oceans: Interactive effects of temperature, nutrients, and grazing. *Limnology and Oceanography* 55: 965-972.
- CHISHOLM, S.W. 1992. Phytoplankton size. En: Falkowski, P. G. and Woodhead, AD, editors. *Primary Productivity Biogeochemical Cycles in the Sea*. Plenum Press, New York, pp 213-237.
- DE LEÓN, A.R. & J.G. BRAUN. 1973. Ciclo anual de la producción primaria y su relación con los nutrientes en aguas canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 167: 1-24.
- GREGG, W., M. CONKRIGHT, P. GINOUX, J. O'REILLY & N. CASEY. 2003. Ocean primary production and climate: Global decadal changes. *Geophysical Research Letters*. 30:1809.
- HARVEY, W.H., L.N. COOPER, M.V. LEBOUR & F.S. RUSSELL. 1935. Plankton production and its control. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 20: 407-441.
- HAWLEY, G.R.W. & B.A. WHITTON. 1991 Seasonal changes in chlorophyll-containing picoplankton populations of ten lakes in northern England. *Int. Rev. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 76: 545-554.
- HOEGH-GULDBERG, O. & J.F. BRUNO. 2010. The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. *Science* 328: 523-1528.
- IRIARTE, A. & D.A. PURDIE. 1994. Size distribution of chlorophyll a biomass and primary production in a temperate estuary (Southampton Water): the contribution of photosynthetic picoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 115: 383-297.
- ITURRIAGA, R. & J. MARRA. 1988. Temporal and spatial variability of chroococcoid cyanobacteria *Synechococcus* sp. specific growth rates and their contribution to primary production in the Sargasso Sea. *Marine Ecology Progress Series* 44:175-181.
- JOINT, I.R., N.J.P. OWENS & A.J. POMROY. 1986. Season al production of photosynthetic picoplankton and nanoplankton in the Celtic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 28: 251-258.
- LEGENDRE, L. & J. LE FÈVRE 1991. From individual plankton cells to pelagic marine ecosystems and to global biogeochemical cycles. En: Demers, S, editors. *NATO ASI Series Particle Analysis and Oceanography*, vol. G27. Springer-Verlag, Berlin, pp 261-300.

- LITCHMAN, E., C.A. KLAUSMEIER, O.M. SCHOFIELD & P.G. FALKOWSKI. 2007. The role of functional traits and trade-offs in structuring phytoplankton communities: Scaling from cellular to ecosystem level. *Ecology Letters* 10:1170-1181.
- MALONE T, H. DUCKLOW & E. PEELE E. 1991. Picoplankton carbon flux in Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 78:11-22
- MORÁN, X.A.G., A. LÓPEZ-URRUTIA, A. CALVO-DÍAZ, & W.K.W. Li. 2010. Increasing importance of small phytoplankton in a warmer ocean. *Global Change Biology* 16:1137-1144.
- NIELSEN, E. 1952. Use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production in the sea. *ICES Journal of Marine Science* 18: 117-140.
- PACHAURI, R. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. IPCC Secretariat, Geneva, Italia, 103pp.
- PARTENSKY, F., J. BLANCHOT, F. LANTOINE, J. NEVEUX & D. MARIE. 1996. Vertical structure of picophytoplankton at different trophic sites of the tropical Northeastern Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research Part I* 43: 1191-1213.
- PETERSEN, R. 1991. Carbon ^{14} uptake by picoplankton and total phytoplankton in eight New Zealand lakes. *Int. Rev. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 76: 631-641.
- POLAT, S., A. AKIZ & O.M. OLGUNOĞLU. 2005. Daily variations of coastal phytoplankton assemblages in summer conditions of the Northeastern Mediterranean (Bay of Iskenderun). *Pakistan Journal of Botany* 37: 715-724.
- RAVEN, J.A. 1998. Small is beautiful: The picophytoplankton. *Functional Ecology* 12: 503-513.
- SCHALLENBERG, M. & C.W. BURNS. 2001. Tests of autotrophic picoplankton as early indicators of nutrient enrichment in an ultra-oligotrophic lake. *Freshwater Biology* 46: 27-37.
- SIEBURTH, J., V. SMETACEK & J. LENZ. 1978. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnology and Oceanography* 23:1256-1263.
- SONDERGAARD, M., L.M. JENSEN & G. ERTEBJERG. 1991. Picoalgae in Danish coastal waters during summer stratification. *Marine Ecology Progress Series* 79: 139-149.
- STOCKNER, J.G. & N.J. ANTIA. 1986. Algal picoplankton from marine and freshwater ecosystems:a multidisciplinary perspective. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43: 2472-2503.
- STOCKNER, J.D. 1988. Phototrophic picoplankton:an overview from marine and freshwater ecosystems. *Limnology and Oceanography* 33: 765-775.
- STRICKLAND, J.D.H. & T.R. PARSONS. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis, Bulletin 167, 2nd Edition. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*. Canada, 310 pp.
- SVERDRUP, H.U. 1953. On conditions for the vernal blooming of phytoplankton. *Journal du Conseil* 18: 237-295.

- TAKAHASHI, M., K. KIKUCHI & Y. HARA. 1985. Importance of picocyanobacteria biomass (unicellular, blue-green algae) in the phytoplankton population of the coastal waters off Japan. *Marine Biology* 89: 63-69.
- VÖRÖS, L., P. GULYÁS & J. NÉMETH. 1991. Occurrence, dynamics and production of picoplankton in Hungarian shallow lakes. *Int. Rev. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 76: 617-629.
- WATSON, S. & E. MCCAULEY. 1988. Contrasting patterns of net- and nanoplankton production and biomass among lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 915-920.
- WEI SSE, T. 1991. The microbial food web and its sensitivity to eutrophication and contaminant enrichment: a cross-system overview. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 76: 327-537.

Table I.- Three-way Permutational ANOVA showing the effect of year, anthropogenic influence and period on total and fractionated chlorophyll a concentration and total and fractionated primary production.

<i>a. Total Chl a</i>				
	df	MS	Pseudo-F	P (MC)
ye	1	1,495E-2	1,2122	0,316
ai	1	0,13659	11,623	0,007
pe(ye)	2	9,2276E-3	0,4314	0,667
yexsi	1	1,9367E-3	0,16479	0,688
pe(ye)xsi	2	8,4471E-3	0,39491	0,654
Res	45	2,139E-2		
Total	52			
<i>b. Chla <2</i>				
ye	1	1,1877E-2	9,0573	0,01
ai	1	3,5834E-3	3,6248	0,07
pe(ye)	2	4,3786E-4	0,11349	0,885
yexsi	1	9,9865E-3	10,102	0,005
pe(ye)xsi	2	4,4598E-6	1,156E-3	0,998
Res	45	3,8581E-3		
Total	52			
<i>c. Chla >2</i>				
ye	1	6,5179E-2	6,1029	0,055
ai	1	8,9229E-2	8,909	0,028
pe(ye)	2	8,7137E-3	0,53089	0,597
yexsi	1	2,6947E-3	0,26905	0,628
pe(ye)xsi	2	7,8215E-3	0,47653	0,626
Res	45	1,6413E-2		
Total	52			
<i>d. Total Primary Production</i>				
ye	1	0,17542	3,3791	0,086
ai	1	2,6289	55,058	0,001
pe(ye)	2	1,7721E-2	0,11689	0,881
yexsi	1	6,4038E-2	1,3412	0,254
pe(ye)xsi	2	1,2127E-2	7,9988E-2	0,908
Res	45	0,15161		
Total	52			
<i>e. Prod <2</i>				
ye	1	0,12516	11,576	0,002
ai	1	0,56958	26,453	0,001
pe(ye)	2	3,6244E-4	8,78E-3	0,995
yexsi	1	2,1108E-3	9,8033E-2	0,758
pe(ye)xsi	2	1,4758E-2	0,35752	0,696
Res	45	4,128E-2		
Total	52			
<i>f. Prod >2</i>				
ye	1	12,555	1,9787	0,171
ai	1	16,332	10,072	0,001
pe(ye)	2	7,9294	4,5942	0,001
yexsi	1	5,5796	3,4409	0,056
pe(ye)xsi	2	1,5857	0,91877	0,442
Res	45	1,726		
Total	52			

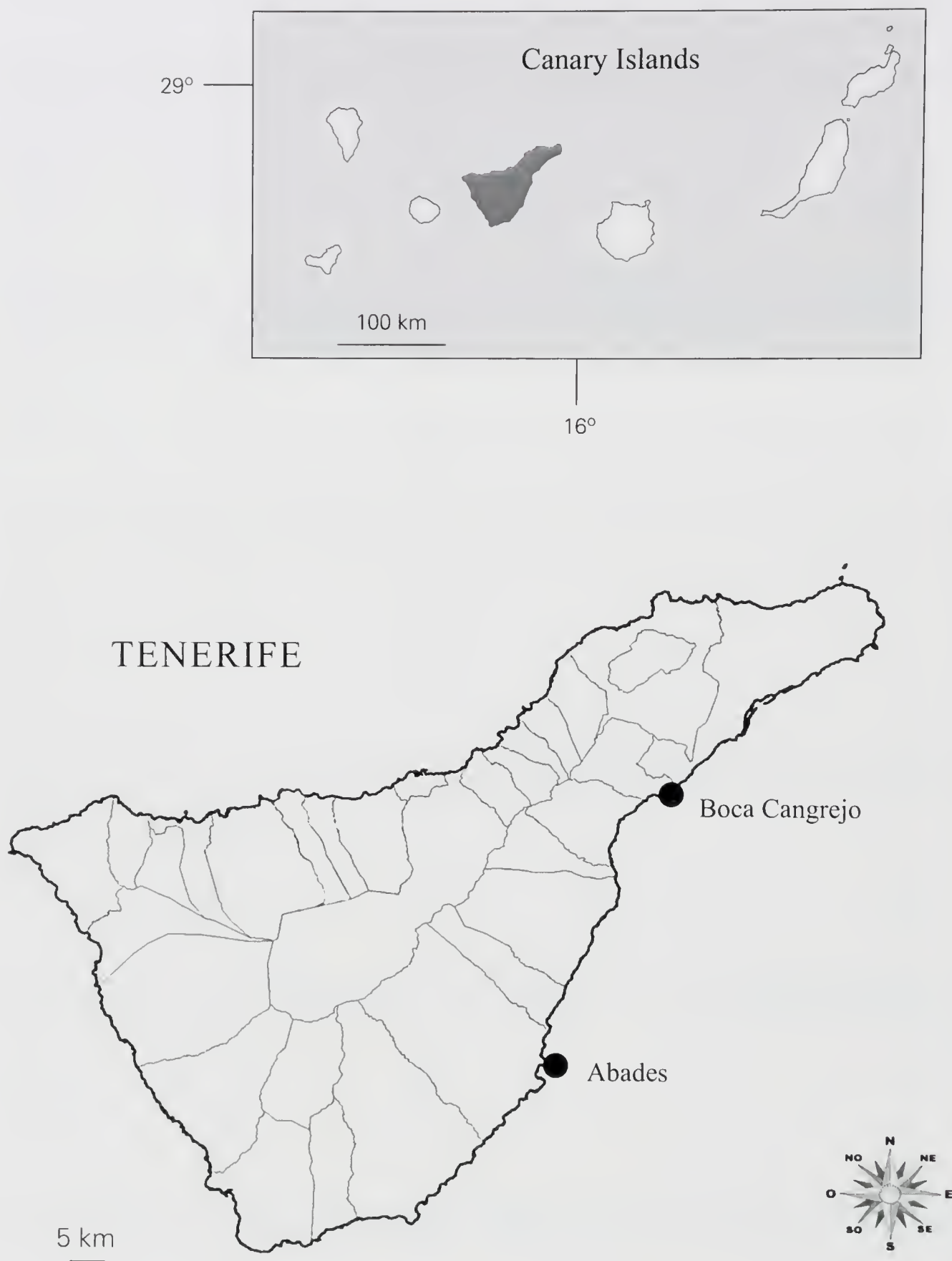


Figure 1.- The Abades and Boca Cangrejo locations in Tenerife.

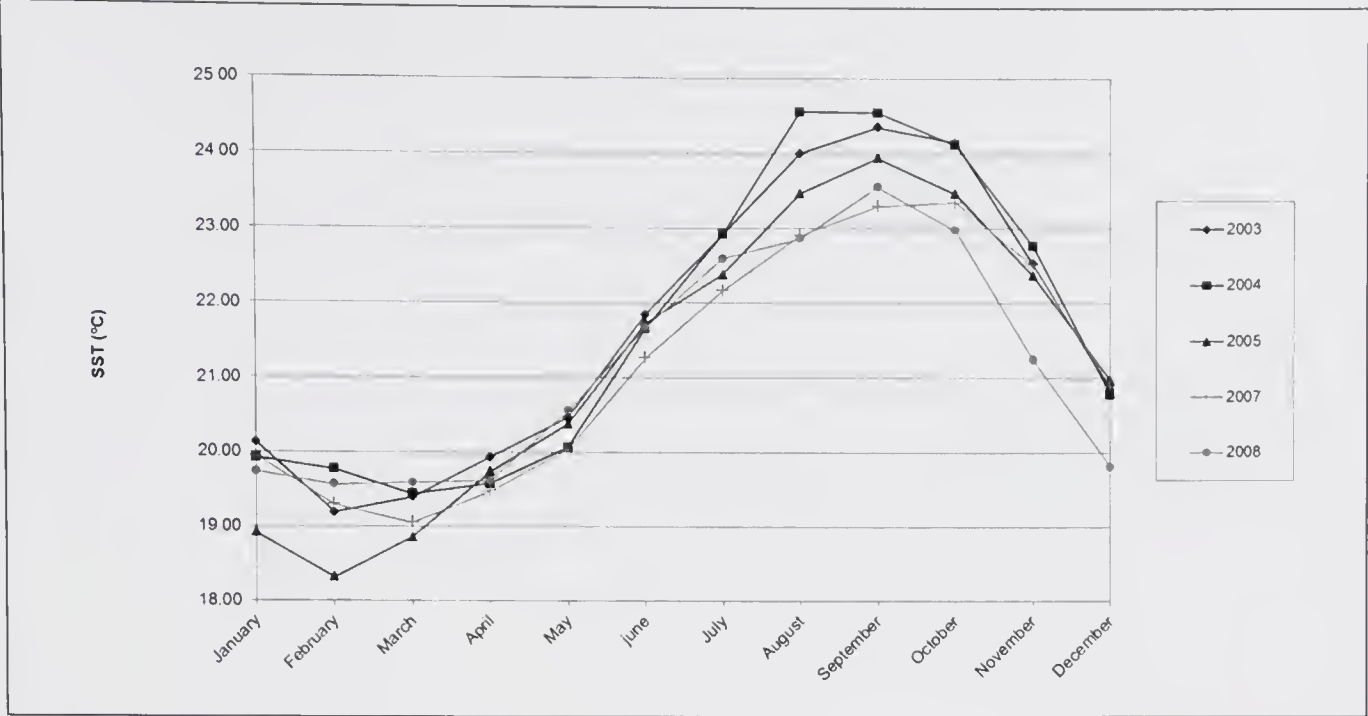


Figure 2.- Monthly mean Sea Surface Temperature in the Canary Islands from 2003 to 2008. Source:<http://www.esrl.noaa.gov/>.

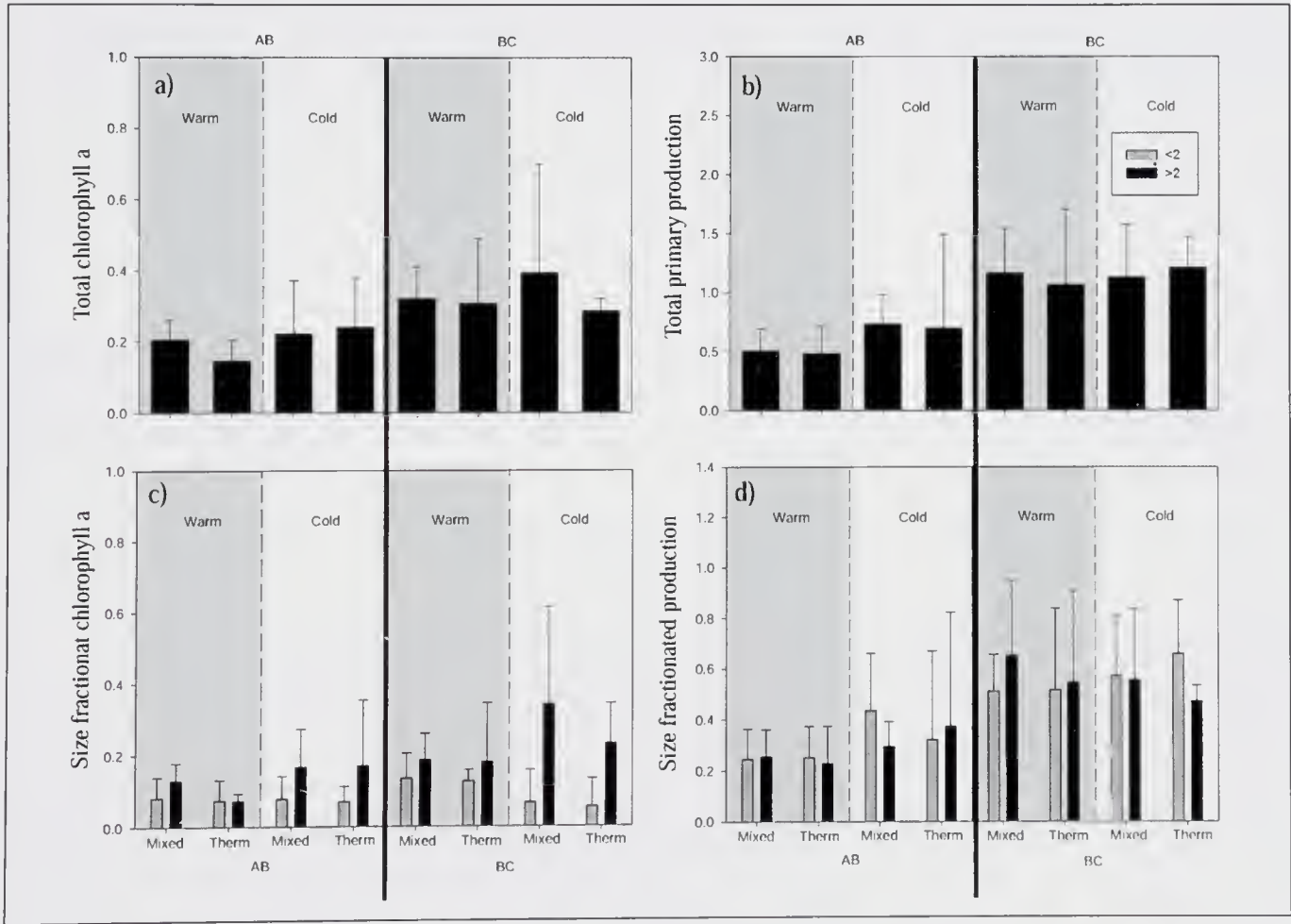


Figure 3.- Mean values of chlorophyll a and primary production during the “warm” and “cold” periods in the two stations studied at the time of the year when the seasonal thermocline is present (‘Therm’) and when the seasonal thermocline disappears (‘Mixed’). (a) Total chlorophyll a (b) Fractionated chlorophyll a (c) Total primary production (d) Fractionated primary production.

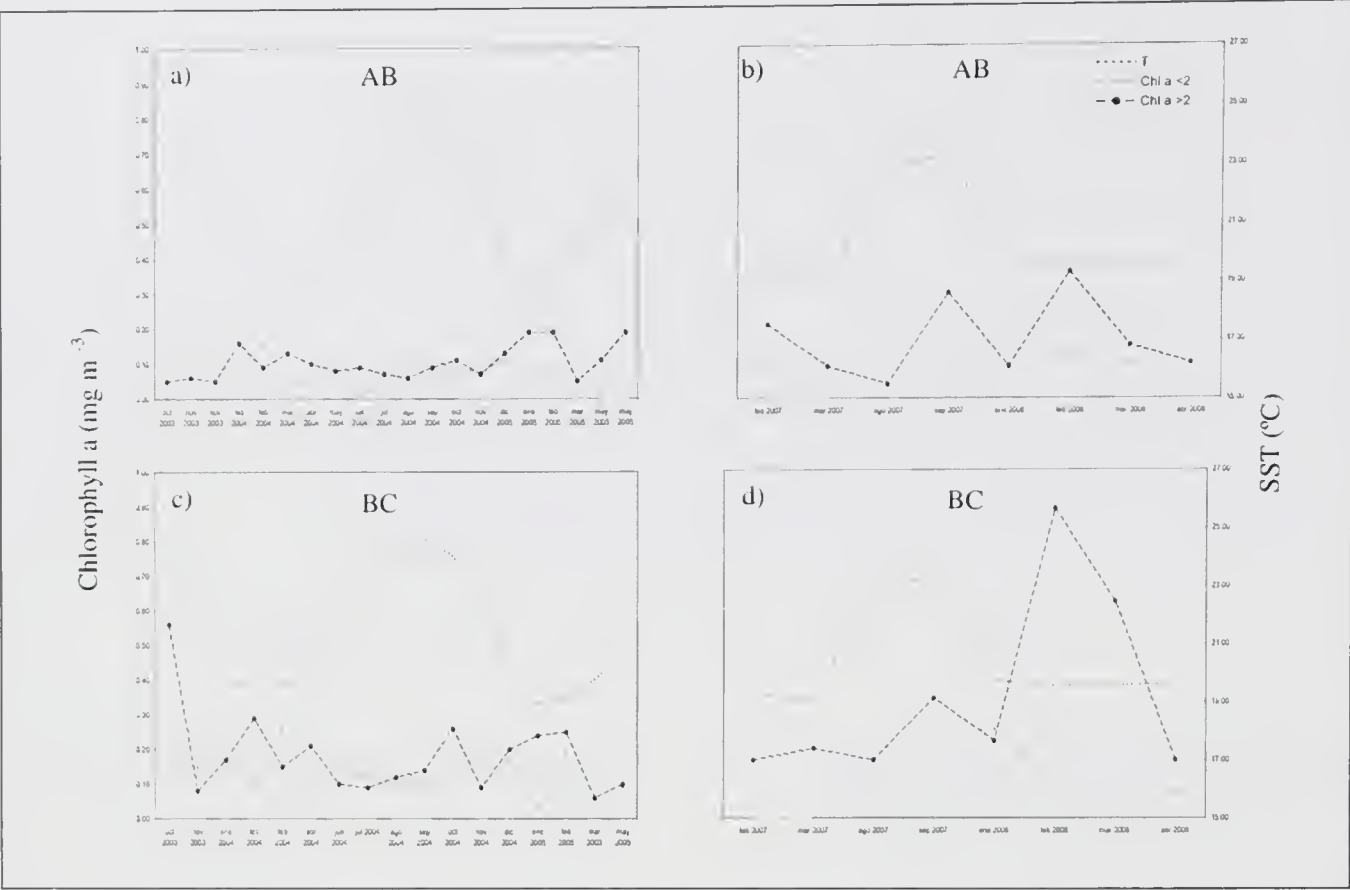


Figure 4.- Seasonality of size fractionated chlorophyll a concentration:a) AB warm period b) AB cold period c) BC warm period d)BC cold period.

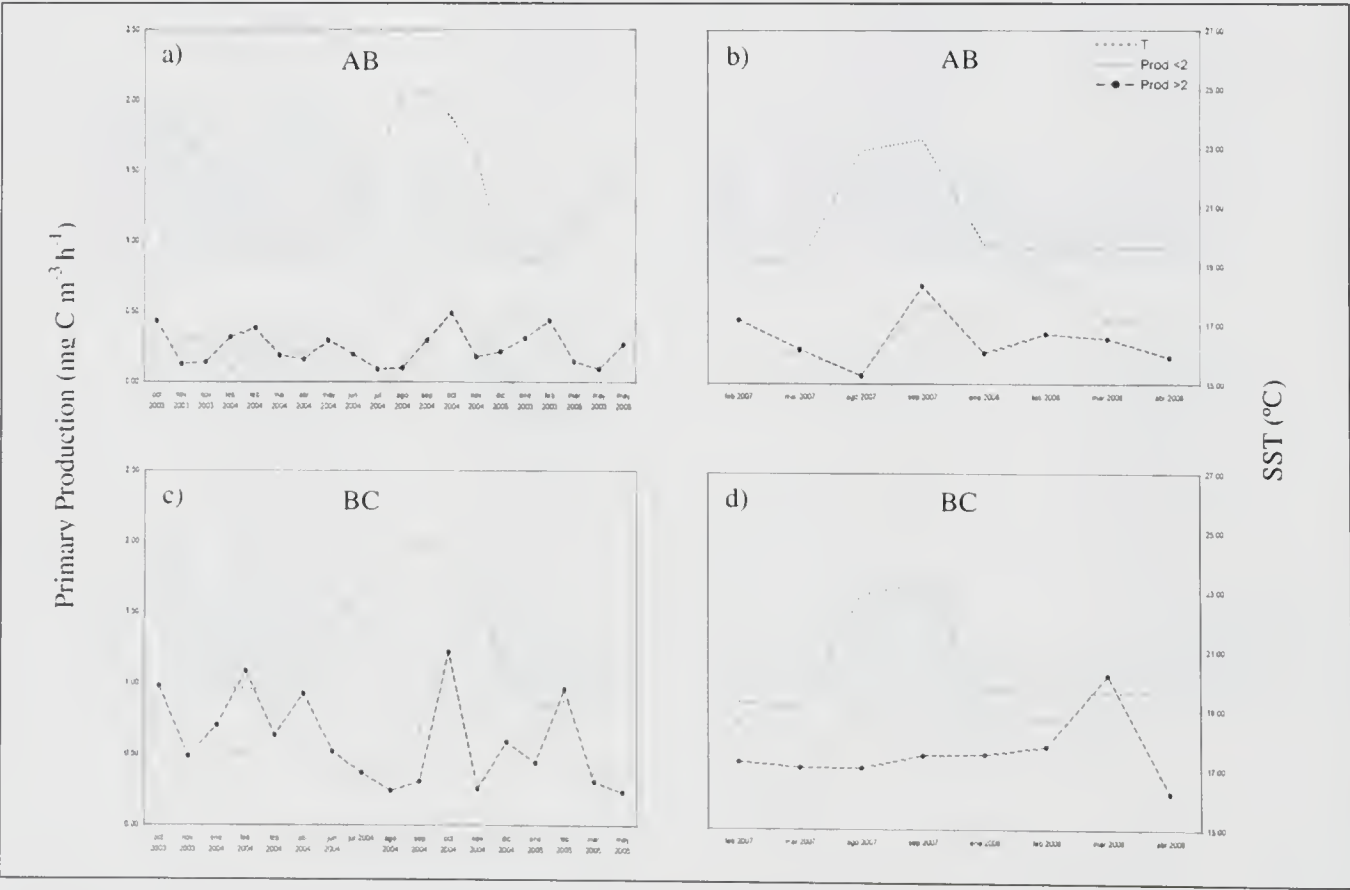


Figure 5.- Seasonality of size fractionated primary production:a) AB warm period b) AB cold period c) BC warm period d) BC cold period.

Descripción de *Curimopsis Dacilae*, nueva especie de La Palma (Coleoptera, Byrrhidae)

García¹, J. & García², R.

¹ C/ El Pilar 8, 3º-1º. 38700- S/C de La Palma. Santa Cruz de Tenerife (islas Canarias)
jgarper91@gmail.com

² C/ San Miguel 9. 38700-S/C de La Palma. Santa Cruz de Tenerife (islas Canarias)
rgarbec@gmail.com

ABSTRACT

A new species of *Curimopsis* Ganglbauer, 1902 (Col., Byrrhidae) collected in Monte de La Breña (Breña Baja, La Palma, Canary Islands) is described. Some biological data are also provided.

Key words: Byrrhidae, *Curimopsis*, new species, La Palma, Canary Islands

RESUMEN

Se describe una nueva especie de *Curimopsis* Ganglbauer, 1902 (Col., Byrrhidae) procedente de La Montaña de La Breña (Breña Baja, La Palma, islas Canarias). Asimismo, se aportan algunos datos sobre su hábitat.

Palabras clave: Byrrhidae, *Curimopsis*, nueva especie, La Palma, islas Canarias

1. INTRODUCCIÓN

Una serie de tamizajes realizados entre noviembre de 2014 y enero de 2015 en las laderas de la Montaña de La Breña (565 m s.n.m.), basados en el protocolo COBRA (CARDOSO *et al.*, 2009) para el Trabajo de Fin de Grado (GARCÍA, 2015), nos permitió capturar dos ejemplares de un coleóptero perteneciente al género *Curimopsis* Ganglbauer, 1902, que al comparar con las otras cinco especies conocidas en Canarias: *C. integra* (WOLLASTON, 1864); *C. granulosa* (WOLLASTON, 1865); *C. canariensis* (FRANZ, 1967); *C. tenerifensis* (PALM, 1976) y *C. erbani* (GARCÍA & AGUIAR, 2011) confirmó tratarse de una especie nueva que se describe a continuación.

Curimopsis (Atlantopsis) dacilae n. sp. (fig. 1)

Material estudiado. Holotipo: 1 macho de Montaña de La Breña (Breña Baja), 14-1-2015 (R. García leg.). Paratipos: San Isidro (Breña Alta), 20-VI-1986, 2 hembras y 1 macho (A. Arrocha leg.), Montaña de La Breña, 19-11-2014, 1 hembra (R. García leg.). El holotipo queda depositado en la colección particular de Rafael García Becerra (RGB), los paratipos permanecen en las tipotecas de sus respectivos colectores.

Insecto de cuerpo oval, de una longitud total de 2,8 mm (machos) y 2,85 mm (hembras), convexo. De tegumentos negros, aunque patas, antenas y piezas bucales son algo más claras; superficie microrreticulada, brillante, cubierta por una capa cerosa que produce reflejos que ocultan la puntuación; todo esto acompañado por una pubescencia sedosa tumbada de color blanco, abundante y dispersa, junto con escamas erectas, alineadas, de lados paralelos y punta aguda.

Cabeza hipognata, de contorno pentagonal con un ligero reborde que lo recorre; transversa 1,25x más ancha que larga y 2,2x más estrecha que el pronoto; superficie microrreticulada con puntuación grosera, abundante, con sedas y escamas dispersas. Ojos ovales y planos, con el margen superior agudo, no apreciables en visión dorsal. Antenas capitadas, cortas, dirigidas hacia atrás no alcanzan la base del pronoto; primer artejo parcialmente oculto por la protuberancia supraantenal, 2,5x más largo que ancho y 1,2x más largo que el segundo, éste trapezoidal y 1,74x más largo que ancho; del tercero al séptimo 3,3x, 1,5x, 1,3x, 1,3x y 1,1x más largo que ancho; del octavo al décimo transversales 0,75x, 0,33x, y 0,4x más largo que ancho respectivamente; el undécimo tan largo como ancho.

Pronoto fuertemente transversal 2,3x más ancho que largo con la máxima anchura en la base, ésta ligeramente sinuosa y con los ángulos agudos; lados sinuosos y estrechándose hacia el margen anterior que es convexo en el centro y ligeramente deprimido en su zona discal. Superficie microrreticulada con puntos profundos y espaciados

Escudete hundido y triangular.

Élitros convexos, un poco más anchos en la base que el pronoto; 1,1x más largo que ancho; 2,9x tan largo como el pronoto, máxima anchura hacia la mitad; superficie microrreticulada, brillante; interestriás planas con una fina granulación presentando una hilera de escamas erectas; estriás marcadas, con gruesos puntos más profundos hacia los extremos, la pilosidad blanquecina a veces es poco visible bajo la capa cerosa. Patas con una pilosidad fina, amarilla y erecta. Tibias y fémures de lados angulosos y rectos. Las tibias presentan en el borde externo tres espinas; en el interno dos hileras de pelos, una dirigida hacia el exterior y otra hacia el interior donde se pliegan los tarsos cuando los recoge.

Aparato copulador masculino (fig. 2), con el edeago largo, 0,57x la longitud de los élitros.

Hembra muy similar al macho del que apenas se puede separar claramente sin extraer la genitalia.

2. ETIMOLOGÍA

El nombre específico *dacilae* está dedicado a D^a María Dácil Pérez Pérez, compañera y madre en esta aventura que es la vida de los autores.

3. NOTAS COMPARATIVAS

Curimopsis dacilae n. sp. es menos ovalada y convexa que las especies canarias excepto *C. erbani* de la que se separa fácilmente por sus escamas más cortas y lanceoladas (fig. 3). Por su aspecto se aproxima a *C. integra*, de la que se diferencia por las interestriás lisas, sus estriás finas sin puntos profundos y su edeago mucho mayor; y *C. granulosa* de la que se separa por sus estriás finas, sus escamas de punta roma y por su edeago de ápice más redondeado.

4. NOTAS BIOLÓGICAS

Todos los ejemplares de *Curimopsis dacilae* n. sp. fueron colectados en dos localidades San Isidro, Breña Alta (UTM 28R X= 226958, Y= 3171928, Z= 476 m) y Montaña de La Breña, Breña Baja (UTM 28R X= 227957 m, Y= 3170592 m, Z= 527 m) que apenas distan 1,5 km entre ellas. Durante todo el 2015 se ha muestreado mensualmente la zona en busca de más ejemplares sin éxito.

El material de San Isidro fue recogido en el fondo de una piscina recién pintada. Los de la Montaña de La Breña se capturaron mediante el tamizaje de 2 m² (Protocolo COBRA) de superficie de sustrato arenoso con briófitos y hojarasca en una zona de monte verde seco.

5. AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a la familia de D. Alberto Arrocha Lorenzo por el préstamo de material para este estudio, a D. Miguel Ángel Peña Estévez por la cesión del ejemplar de *C. canariensis* y a D. Facundo Cabrera Expósito por la realización de las fotografías aportadas en este artículo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- CARDOSO, P., CRESPO, L., CARVALHO, R., RUFINO, A. Y HENRIQUES, S. 2009 Ad-Hocvs. *Standardized and optimized arthropod diversity sampling*. Diversity, 1: 36-51.
- FRANZ, H. (1967). Revision der Gattung *Syncalypta* Steph. (Coleopt., Byrrhidae).-*Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 70: 139-158.
- GARCÍA, J. (2015). *Análisis de la diversidad de Artrópodos en la Zona de Especial Conservación "Montaña de la Breña", y complementación del catálogo actual mediante muestreo faunístico*. Universidad de La Laguna: 30 pp. Sin publicar.
- GARCÍA, R & A. AGUIAR (2011). *Curimopsis erbani*, un nuevo Syncalyptini Mulsant & Rey, 1869 para las islas Canarias (Coleoptera, Byrrhidae). *Rev. Acad. Canar.*, XXII (3): 121-126.

- PALM, T. (1976). Zur Kenntnis der Käferfauna der Kanarischen Inseln 17-18. *Entomologica Scandinavica* 7: 96-102. [17. Die Gattung *Syncalypta* Steph. (Coleoptera: Byrrhidae)]
- WOLLASTON, T. V. (1864). *Catalogue of the Coleopterous Insects of the Canaries in the Collection of the British Museum*. London: Taylor & Francis. 13 + 648 pp.
- WOLLASTON, T. V. (1865). *Coleoptera Atlantidum, being an enumeration of the Coleopterous Insects of the Madeiras, Salvages, and Canaries*. London: Taylor & Francis. 47 + 526 pp, app 140 pp.



F. Cabrera ©

2015

Figura 1.- *Curimopsis dacilae* n. sp.

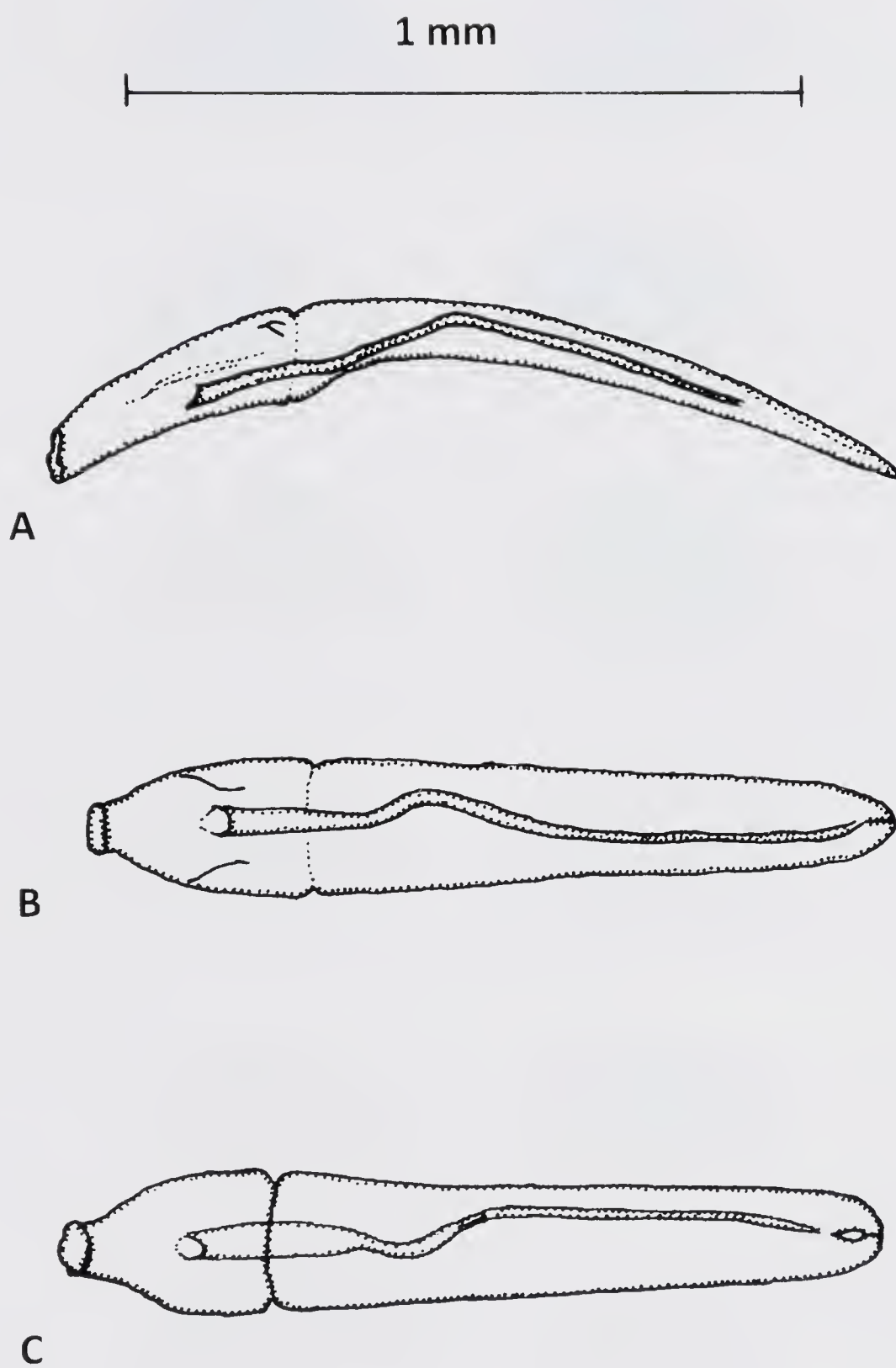


Figura 2.- *Curimopsis dacilae* n. sp. Edeago en visión: **A)** lateral, **B)** dorsal y **C)** ventral.



Figura 3.- Mosaico comparativo en visión cenital y lateral de **A)** *Curimopsis integra*, **B)** *Curimopsis granulosa*, **c)** *Curimopsis tenerifensis*, **D)** *Curimopsis canariensis*, **E)** *Curimopsis erbanii* y **F)** *Curimopsis dacilae* n. sp.

Nuevos datos sobre la biología y distribución de *Vanessa virginiensis* (Drury, 1770) (Nymphalidae, Lepidoptera) en el Archipiélago Canario

García¹, J., García², R. & Bacallado³, J. J.

¹ C/ El Pilar 8, 3º-1º. 38700- S/C de La Palma. Santa Cruz de Tenerife (islas Canarias)
jgarper91@gmail.com

² C/ San Miguel 9. 38700-S/C de La Palma. Santa Cruz de Tenerife (islas Canarias)
rgarbec@gmail.com

³ Museo de Ciencias Naturales de Tenerife
Ap. Correos 853, Santa Cruz de Tenerife (islas Canarias)

Vanessa virginiensis (Drury, 1770) conocida como “Vanesa de Virginia” es originaria de América del norte desde donde ha alcanzado el sur de Colombia. Con sus migraciones se ha establecido en Hawaii y ha colonizado territorios europeos de la costa atlántica como Inglaterra, Francia, Península Ibérica, y archipiélagos como Azores, Madeira, Salvajes y Canarias.

Presente en las islas de El Hierro, La Palma, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria (BÁEZ & OROMÍ, 2010). Los primeros datos en nuestro archipiélago fueron aportados por BORY DE SAINT VINCENT (1803) que la menciona como *Papilio huntera* y la denomina “*belle dame*” de Tenerife. Posteriormente BRULLÉ (1838) la cita para Tenerife como *V. hunteri*.

Su vuelo, rápido y errático, lo realiza a lo largo de todo el año desde el nivel del mar hasta las zonas montanas próximas a los 2000 m s.n.m., predominando en áreas de cultivos de medianías. En Canarias es considerada una especie críptica y escasa. Así, BAYNES en 1958 recogió dos especímenes en Maspalomas (Gran Canaria), cuando regresó tres años después el área estaba totalmente alterada por una prolongada sequía y no encontró ningún ejemplar (BAYNES, 1961). FERNÁNDEZ (1978) plantea que el descenso de sus poblaciones durante la década de los años 60-70 podría deberse al uso de insecticidas en la lucha contra las plagas de langosta africana. Al perdurar casi tres décadas sin registros en las islas de Tenerife, Gran Canaria y La Gomera WIEMERS (1995) se planteó que podría haberse extinguido. Pero en 1992 se capturó un nuevo ejemplar en Hoya Fría (Tenerife); posteriormente (BECK, 2001) la cita para El Hierro. Hoy en día por el número de datos que existen en la red parece que hay un resurgir de sus poblaciones, según constatan foros como www.lepiforum.de que la nombran de Tenerife: La Esperanza, agosto 2004; La Matanza, marzo 2014. La Palma: Cubo de La Galga, septiembre 2009. La Gomera: La Cabezada; o www.pyrgus.de que la señalan de Tenerife: La Esperanza y La Matanza, marzo 2012. La Gomera: Ermita las Nieves, febrero 2013, confir-

mando además la presencia de larvas en *Logfia gallica* (L.) Coss. & Germ. (Asteroideae, Gnaphalieae).

Sobre su dieta hay autores que sostienen que es polífaga. Así, FERNÁNDEZ (1978) afirma que esta especie vive sobre ortigas, aunque nosotros la hemos buscado insistentemente sin éxito. En el otoño de 1999 (HALL & RUSSELL, 2000) encontraron en La Gomera larvas sobre *Laphangium luteoalbum* (L.) Tzvelev por la que parece que presenta predilección.

Como nunca se habían encontrado sus larvas en nuestras islas BÁEZ (1998) dudaba de si se reproduciría en Canarias. Pero en estos últimos años, entre los meses primaverales y estivales, comienza a ser frecuente las observaciones en sus plantas huésped.

Recientes hallazgos de larvas y su posterior cría en cautividad nos ha permitido aportar nuevos datos sobre la biología en lo referente a sus fitohuéspedes:

La Palma: Lomo Oscuro (Villa de Mazo), 500 m. s.n.m., agosto 2010, 3 exx; 2011, 4 exx; 2014, 3 exx; 2015, 5 exx. San Isidro (Breña Alta), 450 m s.n.m., agosto 2011, 2 exx. Hoya del Rehuelo (Breña Baja), 1450 m s.n.m., julio 2014, 3 exx; julio 2015, 3 exx. Cubo de la Galga (Puntallana), 450 m s.n.m., julio 2015, 6 exx. Dos Aguas (Caldera de Taburiente, El Paso), 400 m s.n.m., octubre 2015, 1 ex. Tenerife: Finca El Madroño (La Esperanza), 1000 m s.n.m. 18 septiembre 2015, 2 larvas y se observaron 5 crisálidas parasitadas, J. J. Bacallado leg. Los ejemplares de La Palma se recogieron sobre *Gnaphalium pennsylvanicum* Willd. y *Laphangium luteoalbum* (L.) Tzvelev (Asteroideae, Gnaphalieae) por J. García & R. García. Los de Tenerife estaban todos en *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don ssp. *italicum* (Asteroideae, Gnaphalieae), este material de referencia ha quedado depositado en ORT (herbario del Jardín de Aclimatación de La Orotava).

Asimismo, de una de las larvas criadas en cautividad en La Palma eclosionó un ejemplar de *Drino* sp. (Tachinidae), un parasitoide de otras muchas especies de mariposas del que no había citas hasta el momento para esta isla.

AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a D^a Marie Mirault por traducir los textos del francés. Al Dr. Pedro Oromí Masoliver por su ayuda en la consulta bibliográfica y al Dr. Marcos Báez Fumero por la determinación del parasitoide. A los doctores en botánica D. Wilfredo Wildpret de la Torre y D. Alfredo Reyes Betancort por la determinación de *Helichrysum italicum*. Asimismo, agradecemos la inestimable ayuda de D. Andrés Delgado Izquierdo en la elaboración de las láminas.

BIBLIOGRAFÍA

- BÁEZ, M. (1998). *Mariposas de Canarias*. Editorial Rueda, 216 pp.
- BÁEZ, M. & P. OROMÍ (2010). *Lepidoptera*. En: *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009*. Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (coord.). Gobierno de Canarias. Pp: 302-318.
- BAYNES, E. S. A. (1961). Canary Islands butterflies. *Entomologist*, 94: 260-262.

- BECK, A. (2001). Schmetterlingsbeobachtungen auf der insel kanarischen El Hierro. *Entomologische Zeitschrift*, 111 (10): 299-304
- BORY DE SAINT-VINCENT (1803). *Essais sur Les Isles Fortunées et l'Antique Atlantide ou Précis de l'Histoire générale de l'Archipel des Canaries*. Paris: Baudoin, Germinal an XI, i-viii, 522 pp + 7 pls.
- BRULLÉ, M. (1838). Inséctes. Pp. 54-95. in: Webb, ph.B. & S. Berthelot, *Histoire Naturelle des îles Canaries*. Tome II (2^a partie) Zoologie. Bethune, 1836-1844 + 5 pls.
- FERNÁNDEZ, J. M. (1978). *Los lepidópteros diurnos de las Islas Canarias*. Enciclopedia Canaria, 11: 32 pp + 6 pls.
- HALL, D. & RUSSELL, P. J. P. (2000). American painted Lady *Vanessa virginiensis* (Drury) (Lep: Nymphalidae) on La Gomera, Canary Islands. *Entomologist's Record and Journal of Variation* 112 (September-October): 210.
- WIEMERS, M. (1995). The butterflies of the Canary Islands. A survey on their distribution, biology and ecology (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Linneana belgica*, 15(2): 63-84.

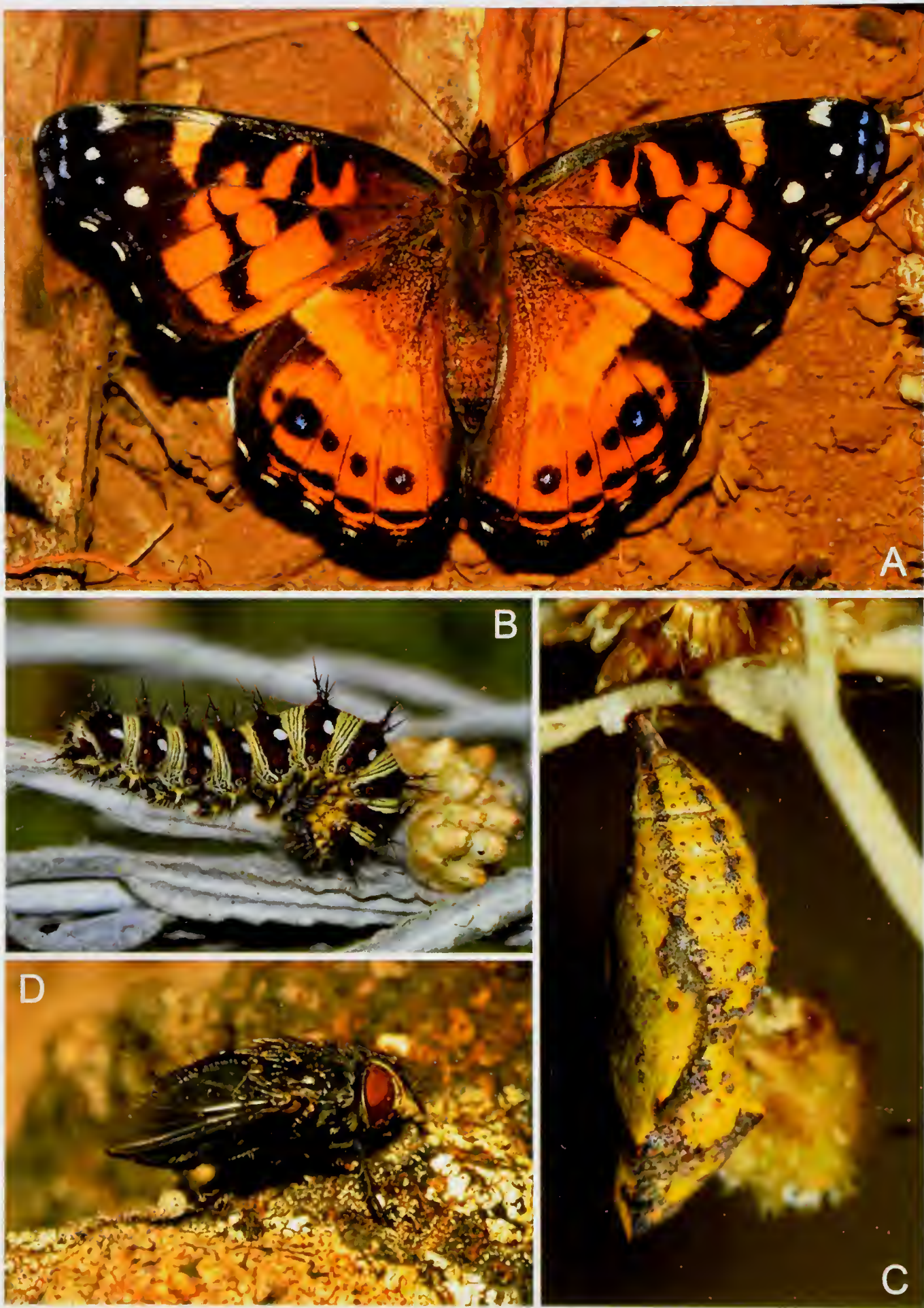


Lámina 1.- (A) *Vanessa virginiensis* (Mazo, La Palma); (B) Larva sobre *Lophangium luteoalbum* (Mazo, La Palma); (C) Crisálida sobre *L. luteoalbum*; (D) *Drino* sp., taquinido parásito de la larva. (Fotos: R. García)

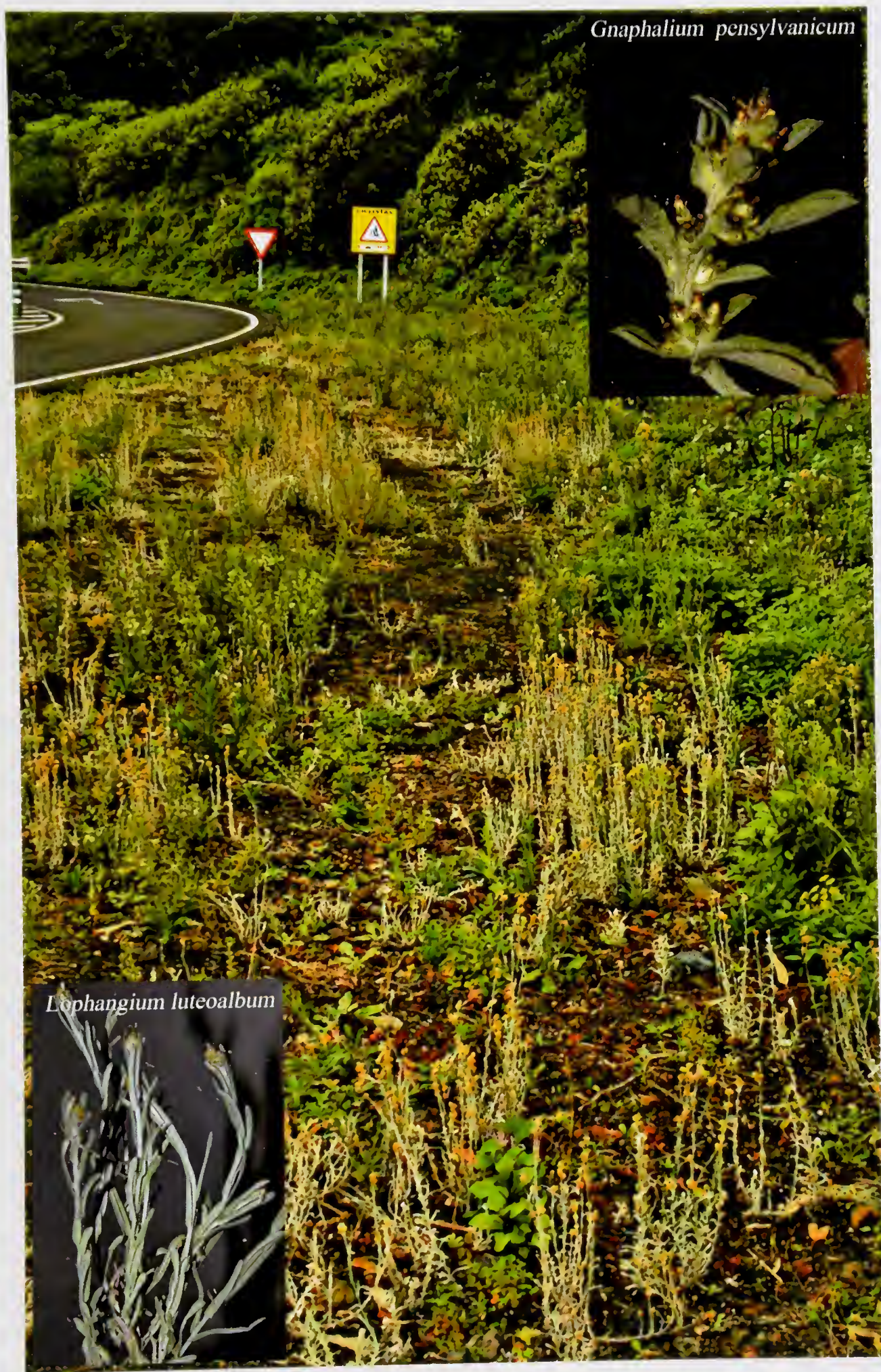


Lámina 2.- Hábitat de *V. virginiensis* en la Villa de Mazo (La Palma). (Fotos: R. García)

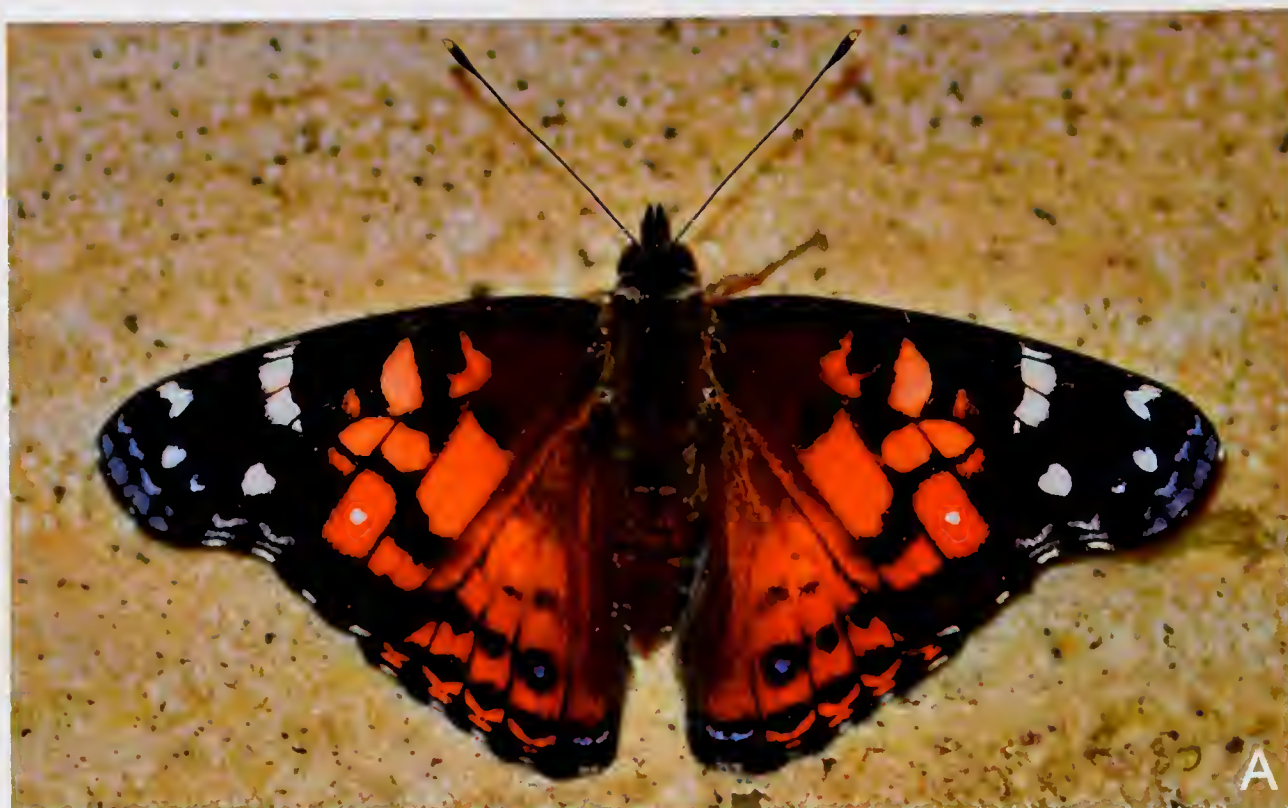


Lámina 3.- (A) *Vanessa virginiensis* (La Esperanza, Tencrife) (ex-larva); (B) Vista ventral; (C) Detalle de la cabeza; (D) Antenas. (Fotos: J. J. Bacallado)



Lámina 4.- (A) Imago de *Vauessa virginiensis* recién eclosionado (La Esperanza, Tencrife); (B) Pre-crisálida; (C) Crisálida sobre *Helichrysum italicum*. (Fotos: J. J. Bacallado)



Lámina 5.- (A y B) *Helichrysum italicum*; (C) Larva sobre *H. italicum* (Fotos: J. J. Bacallado)

Producción primaria y calcificación de las comunidades bentónicas de fondos rocosos de Canarias

González, M. C., González, L. & Hernández*, J. C.

Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna

* Autor para la correspondencia: jocarher@ull.es

RESUMEN

El presente estudio está centrado en analizar la capacidad de absorción y retención de CO₂ de cuatro fitocenosis características de los fondos rocosos del litoral de Tenerife (*Lobophora variegata*, *Cystoseira abies-marina*, *Gelidiales/Ellisolandia* y *Blanquizal*). Empleando un diseño experimental, en condiciones de laboratorio, se determinó la producción primaria neta de las distintas comunidades mediante la medición de oxígeno disuelto (DO), así como las tasas de calcificación calculando la alcalinidad total (TA). Una vez obtenidas estas estimas, pudimos comparar la eficiencia de cada una de las comunidades y establecer una escala. El estudio concluyó que la fitocenosis dominada por *Cystoseira-abies marina* es la que presenta mayor potencial como fijadora de carbono a largo plazo (calcificación), seguida de la dominada por *Gelidiales/Ellisolandia*. Así mismo, la comunidad dominada por *Lobophora variegata* podría actuar como sumidero a medio plazo (fotosíntesis), dada su baja capacidad de calcificación. Sin embargo, se hacen necesarios estudios in situ mediante cámaras bentónicas, así como experimentos adicionales en laboratorio para poder afianzar y afinar los resultados obtenidos.

Palabras clave: alcalinidad, calcificación, comunidades bentónicas, metabolismo, producción primaria neta.

ABSTRACT

The present study is focused on analyzing the capacity of four typical phitocenosis off the coast of Tenerife (*Lobophora variegata*, *Cystoseira abies-marina*, *Gelidiales/El-lisolandia* and *Sea Urchin Barren*). Employing an experimental design in the laboratory, we determined the net primary production of the communities by means of dissolved oxygen (DO) measurements, as well as the calcification rates by means of total alkalinity (TA) determinations. Once these estimates were obtained we could compare the efficiency of each benthic community and establish a scale. The study concluded that the *Cystoseira abies-*

marina dominated community is the one with highest potential as a long-term carbon sink (calcification), followed by the Gelidiales/Ellisolandia dominated phytocenosis. Additionally, the Lobophora variegata dominated community could also present a potential as a mid-term carbon sink (photosynthesis) due to the low calcification capacity. Nevertheless, in situ studies with benthic chambers and additional lab experiments are required in order to confirm and tune up the results obtained.

Keywords: alkalinity, benthic communities, calcification, metabolism, net primary production.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un proceso natural y cíclico que ha tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra; sin embargo, se ha visto acelerado e incrementado en intensidad debido a la actividad humana, sobre todo a partir de la Revolución Industrial (1750), siendo la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento las causas de mayor impacto; junto al cambio de uso del suelo y la deforestación (IPCC, 2013). Esto ha conllevado un incremento en la cantidad de CO_2 acumulado en la atmósfera, que a su vez ha ocasionado un aumento de la temperatura a nivel global a través del efecto invernadero. Se ha estimado que una concentración del doble de CO_2 atmosférico respecto a la época preindustrial podría dar lugar a un aumento de las temperaturas en un rango de $1.5 - 4.5^\circ\text{C}$ (SEINFELD & PANDIS, 2006). Además, las predicciones apuntan a que el nivel de CO_2 atmosférico se irá incrementando a lo largo de este siglo. A menos que se reduzcan de manera sustancial las emisiones de este gas, se podrán alcanzar concentraciones que excedan las 1000ppm, uno de los mayores niveles experimentados por la atmósfera de la Tierra en millones de años (ROYAL SOCIETY, 2005).

Otra consecuencia del aumento del CO_2 es la acidificación de los océanos, o disminución del pH del agua de mar. Los océanos son de gran importancia en la amortiguación del incremento de CO_2 atmosférico, ya que son capaces de absorber alrededor de la mitad de las emisiones antropogénicas de este gas. Sin embargo, conforme los océanos se acidifican la capacidad de absorción de este gas disminuye; con lo cual, es mayor la cantidad de este gas que queda acumulada en la atmósfera, incrementándose el efecto invernadero. La variación en la concentración de CO_2 en el agua de mar está en relación con el tiempo en el que haya estado en contacto con la atmósfera y la capacidad *buffer* de la misma, la cual depende directamente del factor de Revelle. Este factor indica cuanto varía la presión parcial de CO_2 en agua, para un determinado cambio en la concentración de carbono inorgánico disuelto (DIC). La capacidad de los océanos para tomar CO_2 antropogénico es inversamente proporcional al valor del factor de Revelle (SABINE *et al.* 2004).

El agua de mar superficial es ligeramente alcalina, con un pH aproximado de 8,2 y un margen de variación de ± 0.3 unidades, dependiendo de la zona (ROYAL SOCIETY, 2005). Uno de los sistemas más importantes para el control del pH de agua de mar, es el sistema *buffer* de carbonatos. En el agua de mar el DIC está presente en tres formas químicas diferentes: ion bicarbonato (HCO_3^- ; $\approx 88\%$), ion carbonato (CO_3^{2-} ; $\approx 11\%$) y CO_2 di-

suelto en agua, en forma de H_2CO_3 ($\approx 0.5\%$) (FABRY *et al.* 2008). Estas especies del DIC se encuentran en el siguiente equilibrio en disolución:



Cuando el CO_2 se disuelve en el agua, reacciona con ella formando H_2CO_3 , que rápidamente se disocia en un ion hidrógeno y HCO_3^- , la forma mayoritaria del DIC en el agua de mar. La disociación de un segundo H^+ da lugar a la forma bicarbonato (CO_3^{2-}). Por lo tanto, al añadir una mayor concentración de CO_2 al sistema, este se desplaza hacia la formación de iones hidrógeno, con la consecuente disminución del pH de agua de mar. En ciertos organismos, esta disminución del pH se ve traducida en una mayor dificultad para llevar a cabo procesos biológicos tan importantes como la calcificación, teniendo que destinar una mayor cantidad de su energía metabólica a dicho proceso y dificultando otros procesos vitales (ROYAL SOCIETY, 2005).

Esta es la razón por la que, desde hace unos años, se están llevando a cabo estudios biogeoquímicos acerca de la capacidad de diferentes comunidades marinas para captar CO_2 ; todo ello con vistas a la implantación, en un futuro cercano, de un plan de protección de dichas zonas con la finalidad de preservarlas. Si bien es cierto que ya existen estudios acerca de la capacidad de ecosistemas marinos como los fondos de fanerógamas marinas, manglares, arrecifes de coral, etc., aún quedan muchos sistemas que no han sido estudiados, o de los que no disponemos de información, este es el caso de las comunidades bentónicas de fondos rocosos dominadas por macroalgas.

En las costas subtropicales de la isla de Tenerife (Islas Canarias), las macroalgas son los principales organismos estructurantes de las comunidades bentónicas de fondos rocosos. Por lo que se trata de un enclave ideal para el estudio de la capacidad de éstas para absorber CO_2 y, por tanto, para mitigar los efectos predecibles del cambio climático. En este estudio, se analizará mediante experimentación en laboratorio dicha capacidad en las cuatro comunidades de macroalgas más extendidas en los fondos rocosos de Canarias; *Cystoseiras*, *Gelidiales-Ellisolandias*, *Lobophoras* y *Coralinaceas* costrosas (Blanquizales). Para ello, nos centraremos en los dos procesos metabólicos que controlan el pool de carbono en el agua marina: la fotosíntesis-respiración y la calcificación. La calcificación presenta un especial interés ya que fija el carbono en estructuras que presentan baja labilidad, en comparación con la fotosíntesis que solo puede dar lugar a reservorios a corto y medio plazo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Obtención de muestras

Para la realización de las medidas del metabolismo y alcalinidad de las diferentes comunidades, se hizo necesaria la recolección de rocas o fragmentos de rocas de un tamaño similar con una muestra significativa de la comunidad bentónica: *Cystoseira abies-marina*, *Gelidiales/Ellisolandia*, *Lobophora variegata* y Blanquizal (Fig. 1). El material fue recolectado en aquellas zonas en las que las comunidades se encontraban bien establecidas y eran abundantes:

- Comunidades de *Cystoseira abies-marina* y *Lobophora variegata*: Punta del Hidalgo.
- Comunidad de Gelidiales/*Ellisolandia*: Puerto de la Cruz.
- Comunidad de Blanquizal: Abades.

2.2. Incubación en condiciones experimentales de laboratorio

Una vez obtenidas las muestras, fueron transportadas al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, situado en la Sección de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Laguna, donde se sometieron a incubaciones en condiciones controladas de temperatura e iluminación. Las incubaciones fueron realizadas en mesas de agua con un depósito inferior que se empleó para almacenar y mantener las condiciones del agua de mar filtrada y esterilizada proveniente del Instituto Español de Oceanografía (IEO). Cuando la salinidad del agua variaba más del 0.5 ‰ debido a evaporación, el agua del depósito era totalmente renovada. El pH se mantuvo constante empleando ordenadores de pH conectados a una botella de CO₂ puro mediante una válvula solenoide.

El depósito superior de las mesas de agua se empleó a modo de baño para llevar a cabo las incubaciones. Para ello se llenaron con agua destilada hasta que el agua cubrió la

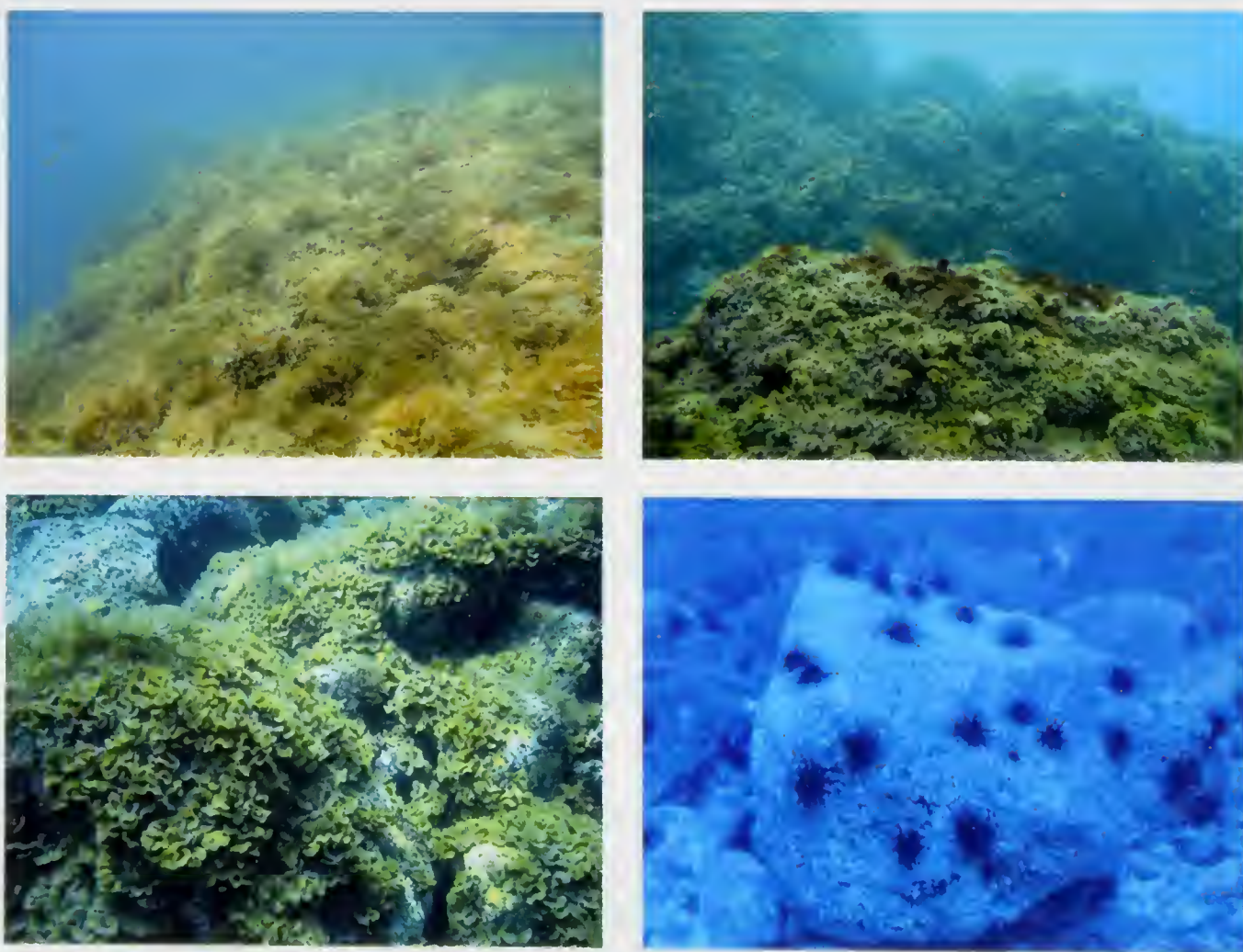


Figura 1.- Comunidades bentónicas de fondo rocoso dominadas por macroalgas, estudiadas en el presente trabajo: *Cystoseira abies-marina* (izq. arriba); Gelidiales/*Ellisolandia* (der. arriba); *Lobophora variegata* (izq. abajo); Blanquizal (der. abajo).

mitad de los botes de incubación, este baño se mantuvo a una temperatura constante de 19°C (correspondiente a la temperatura media de las aguas costeras de Tenerife), mediante un enfriador y una bomba para la recirculación del agua. Para las incubaciones, las muestras se introdujeron en botes de plástico de 1 litro y se llenaron de agua de mar hasta desbordarse. A continuación, estos botes se sellaron con film transparente fijado con un elástico, eliminando por completo cualquier burbuja de aire, de manera que el intercambio gaseoso con la atmósfera quedaba imposibilitado durante el transcurso de las incubaciones. Finalmente, los recipientes se introdujeron en los depósitos superiores de las mesas de agua, que se cubrían con un plástico negro y se sellaban con un elástico, aislando totalmente las muestras de cualquier fuente de luz externa.

Para recrear las condiciones de luz – oscuridad, se emplearon dos métodos:

- 1) Para las condiciones de oscuridad: se utilizó el montaje anteriormente descrito, asegurando una completa oscuridad en el interior de las mesas.
- 2) Para las condiciones de luz: se emplearon 4 lámparas de xenón de 8000K que se colocaron en el interior de las mesas con un soporte de plástico. Este tipo de lámpara es más apropiado para la estimulación de la fotosíntesis en plantas terrestres, pero se comprobó durante el diseño experimental que también eran efectivas en algas.

Además de incubar las comunidades de estudio, incubamos en todas las condiciones experimentales diez botes conteniendo únicamente agua de mar filtrada a modo de control.

2.3. Medición de la producción primaria neta

Se realizaron incubaciones de 1 hora con 10 réplicas por comunidad, tanto en condiciones de luz como de oscuridad (20 incubaciones por comunidad en total). El periodo de una hora permitía medir variaciones de DO considerablemente superiores a la sensibilidad del sensor (± 0.02 mg/L) sin que se alcanzasen valores de saturación excesivos, en todas las comunidades, de manera que se mantuviese una respuesta ($\Delta DO/t$) lo más lineal posible. Antes de cada tanda de incubaciones se midió el nivel de DO del agua empleada para rellenar los botes, procedente del depósito inferior de las mesas de agua. Una vez pasado el tiempo de incubación, se procedió de nuevo a medir los niveles de DO de cada bote. Para las medidas de DO, se sacó cada uno de los recipientes de la mesa de agua, se destapó y se agitó para homogeneizar la muestra. Con ayuda de un bote para la toma de muestras de orina, se rellenó un vaso de precipitado de 200ml con parte del agua del recipiente y, empleando un agitador magnético, se midió el DO con un sensor manual específico (DO). La variación de DO por hora (ΔDO) se calculó como la diferencia en el nivel de DO al inicio y al final de la incubación.

Para evaluar la capacidad para fijar carbono de cada comunidad a través de la producción primaria calculamos, para cada una de las muestras, la producción primaria neta (P_n) en condiciones tanto de luz como de oscuridad (en este caso P_n es lo mismo que la respiración), así como una media diaria asumiendo un día con 12 horas de luz y otras 12 de oscuridad. La P_n es la producción primaria bruta (fotosíntesis) menos la respiración, por

lo que da un valor del carbono fijado como resultado de ambos procesos combinados y, por tanto, es una variable adecuada para el propósito de este estudio. Para el cálculo de la Pn, a partir de las mediciones de DO, se emplearon las siguientes fórmulas:

$$Pn(luz) = \frac{\left(\left(\frac{\Delta DO (luz)}{32} \right) \times 10^3 \right)}{1,024}$$

$$Pn(oscuridad) = \frac{\left(\left(\frac{\Delta DO (oscuridad)}{32} \right) \times 10^3 \right)}{1,024}$$

$$Pn(media\ diaria) = \frac{Pn\ (luz) + Pn\ (oscuridad)}{2}$$

Entre paréntesis se indica la incubación a la que corresponde el valor de ΔDO empleado. Debido a que el sensor de DO proporcionaba la medida en mg/L, las fórmulas incluyen una transformación a micromoles de carbono fijado por kilogramo de agua marina (μmolC/kg(SW)), para facilitar la comparación con las estimas de las tasas de calcificación.

2.4. Medición de la tasa de calcificación

Debido a que el método empleado para obtener la estima de la tasa de calcificación requería de tiempos de incubación mucho mayores que el empleado para estimar la producción primaria neta, se hizo necesario incubar de nuevo las 10 réplicas de cada comunidad durante 18h para cada condición de luz u oscuridad establecida. Antes de cada incubación se determinó la alcalinidad total (TA), salinidad y temperatura del agua de mar filtrada empleada en las mismas, y tras la misma, del agua contenida en cada bote. En este último caso los botes se agitaban levemente antes de tomar la muestra para asegurar que el contenido de los mismos fuera lo más homogéneo posible. El proceso empleado para la medición de la alcalinidad requería mucho tiempo para su ejecución, por lo que se hizo necesario incubar las réplicas de cada comunidad en dos tandas separadas de 5 réplicas cada una, tanto para las incubaciones en luz como en oscuridad.

Para cada determinación de TA se tomaron 3 réplicas de 80 ml. Posteriormente, las muestras se atemperaron sumergiéndolas hasta la mitad en un baño de agua destilada a 25°C y se midió la alcalinidad empleando el método de Dickson (DICKSON *et al.* 2007) en el que se emplea un titriador manual *Metrohm Dosimat 665®*.

Todos los datos obtenidos de las titraciones fueron computados con el paquete “seacarb”¹ (CRAN) del software “R”, destinado a cálculos de parámetros del “sistema carbonato” del agua de mar. Este paquete permite calcular la alcalinidad total por el método de Gran, enfrentando la función de Gran obtenida a partir de las medidas potenciométricas de la titriación con la masa de la cantidad de ácido que se iba añadiendo a fin de obtener una recta (GRAN, 1950), a partir de la cual se calcula la alcalinidad total (TA).

Por lo general, solo se midieron dos de las tres muestras tomadas de cada bote, ya que ambas medidas solían diferir en menos de 10 μmoles/kg (SW) (≈0.25% de la medida),

correspondiente al error del método empleado. La tercera muestra solo se determinó en aquellos casos en los que ambas medidas difirieran en más de este valor (indicando que se había producido algún error durante la determinación), tras lo cual se descartó la medida dispar. Posteriormente, se obtuvo la media de los dos valores de TA obtenidos en cada determinación y se obtuvo la diferencia entre la alcalinidad inicial y final de cada bote en cada incubación (ΔTA).

Una vez obtenidos los datos de alcalinidad, se estimó, para cada bote incubado, la tasa de calcificación (G) en cada condición (luz y oscuridad), así como la tasa media diaria. Para ello, se emplearon las fórmulas siguientes (GATTUSO *et al.* 1995):

$$G \text{ (luz)} = \frac{-\Delta TA \text{ (luz)}}{2}$$

$$G \text{ (oscuridad)} = \frac{-\Delta TA \text{ (oscuridad)}}{2}$$

$$G \text{ (media diaria)} = \frac{G \text{ (luz)} + G \text{ (oscuridad)}}{2}$$

Estas fórmulas asumen que la alcalinidad total solo se ve afectada por variaciones en las concentraciones de los iones carbonato y bicarbonato, debidas a la disolución o formación de las estructuras carbonatadas de los organismos incubados (GATTUSO *et al.* 1995). Una vez calculadas estas tasas, se dividieron por el tiempo de incubación (18 horas) para obtener la tasa por hora.

2.5. Homogeneización de los datos

Con el fin de que las estimas de Pn y G fuesen comparables, todos los datos se ajustaron en función del volumen de agua contenido en el bote una vez introducida la muestra, así como la superficie que ocupaba cada fragmento de la comunidad. Para lo primero, se colocó cada muestra en un bote vacío y se pesó en una balanza, luego se rellenó de agua hasta rebosar y se pesó de nuevo. El volumen de agua se obtuvo dividiendo la diferencia de masa entre ambas pesadas entre la densidad del agua de mar. Para el cálculo de cobertura se eliminó la fracción erecta de la comunidad algal de cada uno de los fragmentos de comunidad, y se marcaron con *tipex* las aristas de cada una las caras de los mismos. Una vez hecho esto, se fotografiaron todas las caras de cada fragmento incluyendo una escala milimétrica. A continuación, se midió toda la superficie recubierta de comunidad en cada una de las fotos de cada fragmento empleando para ello el software ImageJ², y se calculó la cobertura total.

2.6. Estima de la capacidad para fijar carbono de las comunidades estudiadas

Para poder comparar la capacidad de las distintas comunidades de estudio para capturar CO₂ se obtuvieron las medias de las tasas de producción neta y calcificación (luz, oscuridad y media diaria) de cada una de ellas, en micromoles (de carbono y carbonato fijado respectivamente) por kilo de agua marina, metro cuadrado de comunidad y hora. Se consideraron como más eficientes las comunidades con Pn y G altas. Es decir, aquellas con mayor capacidad de fijar carbono en un momento dado.

Para facilitar la comparación entre el potencial como sumidero de carbono de las distintas comunidades estudiadas se recopilaron los resultados en una tabla (Tabla 1) en la que se muestran las tasas medias por hora estimadas para cada comunidad, en cada una de las condiciones de incubación, así como la media diaria. Estos valores fueron, además, representados en gráficos de barras según el tipo de incubación: luz (Fig. 2), oscuridad (Fig. 2), media diaria (Fig. 3).

3. RESULTADOS

En relación a la producción neta en condiciones de luz (Fig. 2), se observa cómo destaca la comunidad dominada por *Cystoseira abies-marina* por encima del resto, con un valor de $P_n = 23396 \mu\text{molC/kg(SW)} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}$, seguido por las comunidades de dominadas por *Lobophora variegata* y Gelidiales/*Ellisolandia* en menor medida. La producción se ve mermada cuantiosamente en los blanquizales, donde se observó una producción neta muy baja. Con respecto a las tasas de calcificación en condiciones de luz (Fig. 2), se obtuvieron valores proporcionales a los observados para la tasa de producción neta de cada comunidad. De esta manera, nuevamente destaca la comunidad dominada por *Cystoseira abies-marina*, seguida por las dominadas por Gelidiales y *Lobophora variegata*. También en este caso, son los blanquizales los que presentaron una menor tasa de calcificación.

Con respecto a la P_n en condiciones de oscuridad (Fig. 2), como era de esperar, todas las comunidades mostraron valores negativos (liberación de CO_2) debido a la ausencia de fotosíntesis. De entre todas las comunidades, la que presentó un mayor consumo fue la comunidad dominada por *Cystoseira abies-marina*, con un valor de $P_n = -27265 \mu\text{mol/kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}$, contrarrestando totalmente su P_n en condiciones de luz. Las comunidades de Gelidiales/*Ellisolandia*, *Lobophora variegata* y blanquizal presentaron un

Tabla 1.- Valores medios de las tasas de producción neta (P_n) y calcificación (G) en micromoles (de carbono y carbonato fijado respectivamente) por kilogramo de agua de mar, metro cuadrado de cobertura y hora, para cada comunidad estudiada. Se muestran los valores para ambas condiciones experimentales (luz y oscuridad), así como la media diaria. Aparecen resaltados en negrita los valores mínimos (-) y máximos (+) de fijación de carbono.

Comunidad	Condición					
	Luz		Oscuridad		Luz + Oscuridad	
	P_n	G	P_n	G	P_n	G
<i>Cystoseira abies-marina</i>	23395⁺	2759⁺	-27264⁻	-242⁺	-1934⁻	1258⁺
Gelidiales / <i>Ellisolandia</i>	2835	723	-2633	-468⁻	101	127
<i>Lobophora variegata</i>	2834	410	-1947	-370	443⁺	20
Blanquizal	536	275	-1264⁺	-375	-364	-49⁻
Agua de mar (Control)	0	0	0	0	0	0

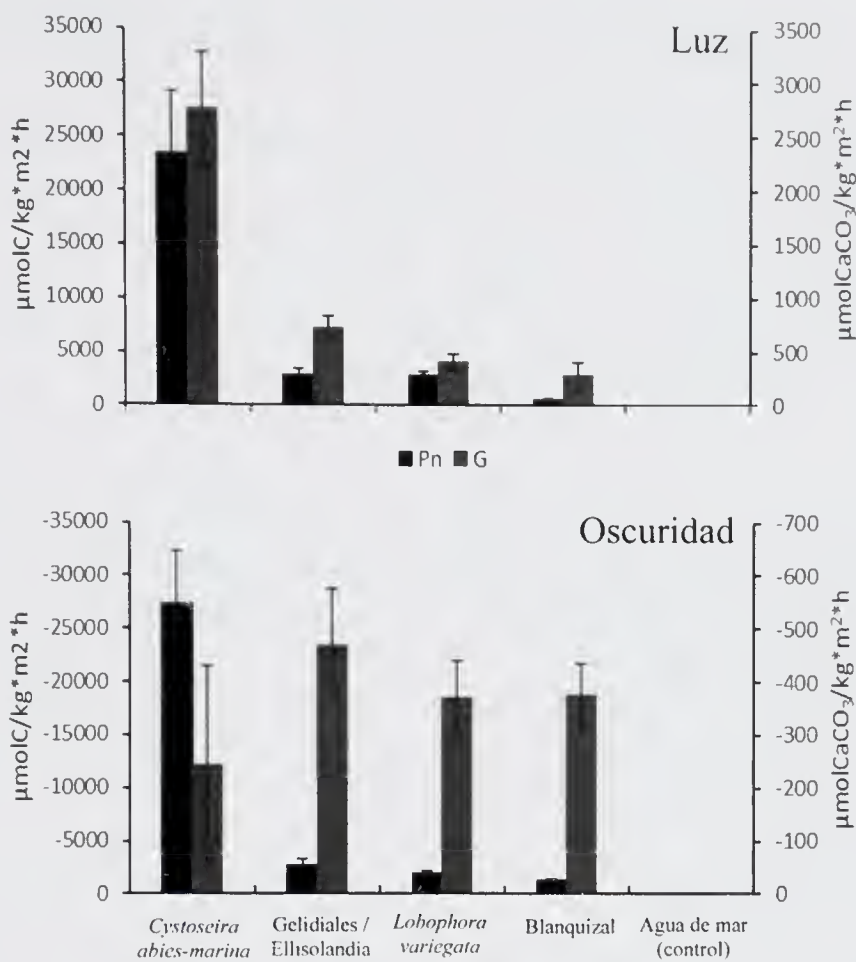


Figura 2.- Producción primaria neta (Pn) y tasa de calcificación (G) medias estimadas para cada una de las comunidades de estudio incubadas en condiciones de luz (arriba) y oscuridad (abajo). La Pn se indica en micromoles de carbono fijado, mientras que la G se indica en micromoles de carbonato fijados (que equivale a la fijación de un carbono).

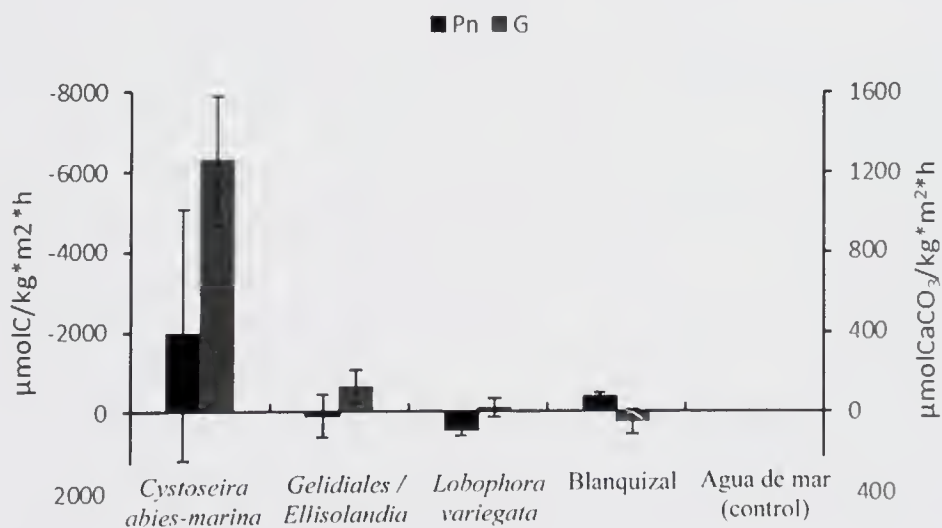


Figura 3.- Producción primaria neta (Pn) y tasa de calcificación (G) medias diarias (asumiendo un día con 12 horas de luz y 12 de oscuridad), estimadas para cada una de las comunidades de estudio. La Pn se indica en micromoles de carbono fijado, mientras que la G se indica en micromoles de carbonato fijados (que equivale a la fijación de un carbono).

consumo de oxígeno considerablemente menor. Las tasas estimadas de calcificación en condiciones de oscuridad (Fig. 2) mostraron también valores negativos (disolución) para todas las comunidades.

En cuanto a la producción neta media diaria, observamos que la comunidad dominada por *Cystoseira abies-marina* es la que más oxígeno consume de todas (Fig. 3), a pesar de presentar una Pn durante el día muy superior al resto. La comunidad de *Lobophora variegata* es la que muestra una mayor producción neta, con un valor de $443 \mu\text{mol/kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}$. Respecto de las tasas medias diarias de calcificación (Fig. 3) observamos valores positivos en todos los casos, a excepción del blanquizal, cuyo valor es negativo. De todas las comunidades estudiadas, la que presenta una mayor tasa de calcificación neta diaria es la de *Cystoseira abies-marina*, con un valor de $G = 1259 \mu\text{mol/kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}$, superando casi diez veces el valor de la comunidad de Gelidiales/*Ellisolandia*, la cual presenta la segunda mayor tasa de calcificación. La comunidad de *Lobophora variegata* muestra una tasa media diaria considerablemente inferior al resto y los blanquizales mostraron valores negativos (disolución).

4. DISCUSIÓN

Las estimas de Pn en condiciones de luz parecen indicar que la comunidad dominada por *Cystoseira abies-marina* es la que tiene la mayor capacidad para fijar carbono a través de la fotosíntesis. Sin embargo, la tasa de respiración en condiciones de oscuridad de esta comunidad fue superior a la de producción durante el día, dando lugar a una Pn media diaria negativa (liberación de carbono). En contraste, la comunidad dominada por *Lobophora variegata*, que presentó Pn menores en condiciones de luz, presenta la Pn media diaria más elevada debido a su reducida tasa de respiración en condiciones de oscuridad. En cuanto a las tasas de calcificación, la comunidad dominada por *Cystoseira abies-marina* fue la que presentó, con diferencia, mayores valores, tanto en condiciones de luz como en la media diaria. Las comunidades dominadas por *Lobophora variegata* y Gelidiales/*Ellisolandia* también presentaron tasas de calcificación positivas en condiciones de luz. Sin embargo, solo la dominada por *Lobophora variegata* presentó una tasa de calcificación media diaria a destacar.

Cuando se comparan nuestros resultados con los datos de otros trabajos, podemos observar como en el caso de la tasa fotosintética estimada para *Cystoseira abies-marina* durante el día, $23395 \mu\text{molC/m}^2\cdot\text{h}$, se encuentra dentro del rango determinado para otras especies pertenecientes a este género: *C. crinita* = $11700 \mu\text{molC/m}^2\cdot\text{h}$; *C. humilis* = $72000 \mu\text{molC/m}^2\cdot\text{h}$ (SALES & BALLESTEROS, 2011; BETANCOR *et al.* 2015). Teniendo en cuenta que estos trabajos han sido realizados en el medio natural, este resultado podría ser indicativo de que las condiciones de incubación permiten un rendimiento fotosintético en este alga similar al del medio natural. En cambio, cuando examinamos las tasas fotosintéticas de *Ellisolandia elongata* o *Lobophora variegata*, 2835 y $2834 \mu\text{molC/m}^2\cdot\text{h}$ respectivamente, se observa que los valores obtenidos son inferiores a los obtenidos para las poblaciones en condiciones de luz natural de estas especies (*E. elongata* = $8600 \mu\text{molC/m}^2\cdot\text{h}$; *L. variegata* = $22132 \mu\text{molC/m}^2\cdot\text{h}$; EL HAÏKALI, 2004; BETANCOR *et al.* 2014). Lo mismo ocurre con la tasa de calcificación de *E. elongata*, $723 \mu\text{molCaCO}_3/\text{m}^2\cdot\text{h}$,

casi un orden de magnitud menor que la registrada en el medio natural, 5750 $\mu\text{mol-CaCO}_3/\text{m}^2\text{h}$ (EL HAÏKALI, 2004). Estas diferencias podrían deberse a la variabilidad entre condiciones naturales vs experimentales o diferencias inter-poblacionales. En cualquier caso, nuestra escala en relación a la capacidad para fijar carbono es similar a la que se puede elaborar a partir de los estudios citados anteriormente, siendo el género *Cystoseira* el más productivo durante el día, seguido de *Lobophora variegata* y *Ellisolandia elongata*. El hecho de que los estudios citados anteriormente fueran uniespecíficos, no teniendo en cuenta la comunidad asociada, también podría ser la causa de las diferencias observadas. Por ejemplo, es posible que las comunidades de Gelidiales/*Ellisolandia* y *Lobophora variegata* alberguen un mayor número de organismos respiradores (no fotosintetizadores) que las dominadas por *Cystoseira abies-marina*.

Así pues, podemos concluir que, tanto el Blanquizal como la comunidad de *Cystoseira abies-marina* resultan *a priori* comunidades de poco interés con respecto a la fijación de carbono a través de la fotosíntesis, debido a que presentan unos valores negativos para la Pn media diaria. La comunidad de Gelidiales/*Ellisolandia* parecen presentar también un escaso interés debido a que presenta una Pn media diaria muy reducida. Sin embargo, las tasas de calcificación registrados para estas dos últimas comunidades, en especial la de *Cystoseira abies-marina*, son las más elevadas, por lo que a pesar de presentar un balance negativo en cuanto a la producción, presentan un elevado potencial como sumideros de CO_2 ya que la calcificación fija el carbono en estructuras con una labilidad mucho menor que en el caso de las generadas a través de la fotosíntesis, dando lugar a reservorios a medio-largo plazo. Así mismo y como hemos discutido anteriormente, es posible que en condiciones de iluminación natural estas comunidades presenten Pn más elevadas, por lo que estos datos deberían contrastarse con estimas realizadas *in situ* mediante cámaras bentónicas de incubación. Cabe mencionar también que *Lobophora variegata*, si bien presentó una tasa de calcificación muy reducida generó los valores de producción neta más elevados. Por ello, y teniendo en cuenta la baja labilidad de algunas de las partes de este alga (en especial la parte basal), esta comunidad también podría presentar un cierto potencial como fijadora de carbono a medio plazo.

Por último, queremos destacar que los datos muestran una proporcionalidad entre la producción primaria neta y la tasa de calcificación. Esto podría ser indicador de un acoplamiento entre fotosíntesis y calcificación. Posiblemente, el aumento del pH del agua generado por la fotosíntesis crea un ambiente químico más favorable para los procesos de calcificación. En condiciones de oscuridad, en cambio, la disminución del pH ocasionada por los procesos de respiración parece ocasionar la disolución de las estructuras carbonatadas, si bien en esta ocasión no parece haber un efecto proporcional. Esto podría deberse a que los organismos calcificantes empleen distintos mecanismos para prevenir la disolución de sus estructuras calcáreas. No obstante, para comprobar estas hipótesis se harían necesarios estudios adicionales que indagasen en los posibles acoplamientos entre estos dos procesos de fijación de carbono (fotosíntesis y calcificación), teniendo en cuenta las distintas combinaciones de organismos presentes en cada comunidad. También se hace necesario la estima de la tasa de retorno al sistema del carbono fijado en cada comunidad.

Resumiendo, las comunidades dominadas por *Cystoseira abies-marina* presentan un gran interés debido a su enorme capacidad para fijar carbono a largo plazo a través de la calcificación, a pesar de que son comunidades que *a priori* parecen ser heterótrofas. En con-

secuencia, se debería prestar especial atención a la conservación de esta comunidad y los servicios ecosistémicos que nos proporciona. La comunidad de Gelidiales/*Ellisolandia* también presentó un cierto potencial como fijadora de carbono mediante calcificación, mientras que sólo la comunidad dominada por *Lobophora variegata* presentó indicios de ser un potencial sumidero de carbono a corto-medio plazo, a través de la fotosíntesis. No obstante, los resultados obtenidos deberían ser contrastados con datos procedentes de incubaciones *in situ* de las distintas comunidades, combinados con la tasa de retorno del carbono fijado que nos ayuden a determinar de forma precisa su capacidad como reservorios de carbono.

5. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer el inestimable apoyo prestado por la estudiante de máster de la Universidad de Sassari en Italia, Débora Terrosu, y el técnico de laboratorio, José Chi-nea del Instituto Marítimo Pesquero de San Andrés, Tenerife. Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto del Plan Nacional 'BLUEROCK' CGL2013-43908-R.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BETANCOR, S., DOMÍNGUEZ, B., TUYA, F., FIGUEROA, F. L., & HAROUN, R. (2015). Photosynthetic performance and photoprotection of *Cystoseira humilis* (Phaeophyceae) and *Digenea simplex* (Rhodophyceae) in an intertidal rock pool. *Aquatic Botany*, 121: 16-25.
- BETANCOR, S., TUYA, F., GIL-DÍAZ, T., FIGUEROA, F. L., & HAROUN, R. (2014). Effects of a submarine eruption on the performance of two brown seaweeds. *Journal of Sea Research*, 87: 68-78.
- DICKSON, A.G., C.L. SABINE & CHRISTIAN J.R.. 2007. *Guide to best practices for ocean CO₂ measurements*. PICES Special Publication 3, Sidney, British Columbia, 176 pp.
- EL HAÏKALI, B., BENSOUSSAN, N., ROMANO, J. C., & BOUSQUET, V. (2004). Estimation of photosynthesis and calcification rates of *Ellisolandia elongata* Ellis and Solander, 1786, by measurements of dissolved oxygen, pH and total alkalinity. *Scientia Marina*, 68: 45-56.
- FABRY, V.J., B.A. SEIBEL, R.A. FEELY & J.C. ORR. 2008. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 414-432.
- GATTUSO, J.P., M. PICHON & M. FRANKIGNOULLE. 1995. Biological control of air-sea CO₂ fluxes: effect of photosynthetic and calcifying marine organisms and ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 129: 307-312.
- GRAN, G. 1950. Determination of the equivalence point in potentiometric titrations. *Acta Chemica Scandinavica*, 4: 559-577.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Stockholm, Sweden. 1535 pp.

- ROYAL SOCIETY. 2005. Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. The Royal Society, London, 60pp.
- SABINE, C.L., R.A. FEELY, N.GRUBER, R.M. KEY, K. LEE, J.L. BULLISTER, R. WANNINKHOF, C.S. WONG, D.W.R.WALLACE, B. TILBROOK, F.J. MILLERO, T.H. PENG, A. KOZYR, T.ONO& A.F. RIOS. 2004. The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *Science*, 5682: 367-371.
- SALES, M., & BALLESTEROS, E. (2011). Seasonal dynamics and annual production of *Cystoseira crinita* (Fucales: Ochrophyta)-dominated assemblages from the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*, 76: 391-401.
- SEINFELD, J.H. & S.N.PANDIS. 2006. The Atmosphere. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. En: John Wiley & Sons (eds.), *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*, Segunda Edición. Hoboken, Nueva York, 1232pp.

Webs consultadas

- ¹ CRAN project: Package seacarb. <http://CRAN.R-project.org/package=seacarb>. [Fecha de consulta: 30 de julio de 2015].
- ² ImageJ: Rasband, W.S. ImageJ. U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, EEUU, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2015. [Fecha de consulta: 30 de agosto de 2015].

**Two new records of marine amphipods
from the Canary Islands:
Amphilocheus manudens Bate, 1862
and *Metopa propinqua* Sars, 1892**

Riera^{1*}, R. & Martín-Sosa², P.

¹ Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico, Av. Los Majuelos, 115
38107 Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, islas Canarias

² Centro Oceanográfico de Canarias, Instituto Español de Oceanografía
Dársena Pesquera, parcela 8, 38180 Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, islas Canarias

* Corresponding author: rodrigo@cimacanarias.com

RESUMEN

Se citan dos especies de anfípodos *Amphilocheus manudens* Bate, 1862 y *Metopa propinqua* Sars, 1892 por primera vez para Canarias. La distribución geográfica de ambas especies se amplía de forma significativa porque estos registros constituyen su extremo meridional para el Atlántico Noreste. Las dos especies fueron recolectadas en fondos circalitorales arenosos (85-162 m) en el banco de Amanay (SO de Fuerteventura).

Palabras clave: Crustacea, Amphipoda, *Amphilocheus*, *Metopa*, islas Canarias, Océano Atlántico.

ABSTRACT

Two amphipod species (*Amphilocheus manudens* Bate, 1862 and *Metopa propinqua* Sars, 1892) are first recorded for the Canaries. The geographic distribution of both species is largely enlarged by the present records since they constitute the southernmost limits in the NE Atlantic. The two species were recorded from circalittoral sandy seabeds (85-162 m) in the Amanay mount (SW Fuerteventura).

Key words: Crustacea, Amphipoda, *Amphilocheus*, *Metopa*, Canary Islands, Atlantic Ocean.

1. INTRODUCTION

The deep sea floor is a vast habitat, covering ca. 65% of the Earth's surface (SVERDRUP et al. 1942). Sandy seabeds are the dominant habitat in the deep sea, though bare rock exist in several areas (e.g. sea-mounts, ridges, etc.) (GAGE & TYLER, 1991). Oceanographic conditions of the deep ocean have received attention in the last decades and thus, detailed information is known about physicochemical variables of the deep sea, being an extreme environment, i.e. high pressure, low temperatures and scarce food input (THIS-TLE, 2003). However, biological communities have been neglected for many decades and deep sea habitats are still amongst the lesser-known ecosystems on the planet (TYLER, 2003).

The LIFE+INDEMARES project has been studying the deep sea habitats from Spain. A total of 10 marine areas were surveyed throughout the 6-year project, and two of them [Concepcion seamount (code: INCOECO) and South of Fuerteventura (INFUECO)] are located in the vicinity of the Canary Islands.

In the present study, two amphipod species are first recorded in the Canary archipelago from samples collected in Amanay seamount, off Fuerteventura during the surveys conducted in 2010 (INFUECO 2010) and 2011 (INFUECO 2011).

2. MATERIAL AND METHODS

Sediment samples were collected by a mega box corer in June 2011. Samples were fixed by 4% formaldehyde during 48 hours and then, sieved in a 0.5 mm mesh size. Specimens were separated under a stereomicroscope and preserved in 70° ethanol. Specimens were identified by means of a stereomicroscope Nikon SMZ-800 and pictures were taken with an attached camera (EOS-500D).

The studied specimens were stored in the invertebrate collection of CIMA (Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico SL).

3. RESULTS

Class **MALACOSTRACA** Latreille, 1802
Superorder **PERACARIDA** Calman, 1904
Order **AMPHIPODA** Latreille, 1816
Family **Amphilochidae** Boeck, 1871
Genus *Amphilochus* Bate, 1862

Amphilochus manudens Bate, 1862
Amphilochus manudens Chevreux & Fage, 1925: 114, fig. 109;
Ruffo, 1982: 75, fig. 50.

Studied material: Fuerteventura: Amanay seamount (coordinates: 28,26318°N/-14,80152°W), 6 individuals (4 females and 2 anterior fragments), 12th June 2011, 133 m deep. Fuerteventura: Amanay

seamount (coordinates: 28,26343°N/-14,809048°W), 22 individuals (15 juveniles, 4 females, 3 males), 11th June 2011, 162 m deep.

Description: Length 2.5 mm. Rostrum short and acute. Eyes round. Antennae subequal. Coxal plates dentate on the distal margin. Gnathopod 1-2 propodus with a prolongation prolonged to acute tooth. Gnathopod 2 carpus reaches palm, convex and dentate. Epimeral plate 3 with upwards curved corner. Pereiopods long, with merus broad. Telson with single point. Sexual differences can be noticed at the head region, with a greater rostrum in males, as well as antennae 1 are larger than antennae 2.

Accompanying fauna: The sampling stations were dominated by the spionid polychaete *Aonidella dayi* and one species of amphipod belonging to the family Haustoriidae. Other species well represented were the polychaetes *Aponuphis* sp., *Aricidea catherinae* and *Brevicirrosyllis weismanni*.

Distribution: North East Atlantic. Arctic Ocean. Mediterranean Sea (Ruffo, 1982). This species has been collected mainly in circalittoral rocky reefs (Ledoyer, 1977). This record constitutes the southernmost limit of the present species.

Family **Stenothoidae** Boeck, 1871

Genus ***Metopa*** Boeck, 1871

Metopa propinqua Sars, 1892

Metopa propinqua Lincoln, 1979, 181, fig. 86a-h.

Studied material: Fuerteventura: Amanay seamount (coordinates: 28,26318°N/-14,80152°W), 6 individuals (2 females, 2 juveniles and 2 anterior fragments), 12th June 2011, 133 m deep. Fuerteventura: Amanay seamount (coordinates: 28,19468°N/-14,78498°W), 1 individual (1 female), 8th July 2010, 85 m deep.

Description: Length *ca.* 2.1-2.5 mm (fragmented adults in bad condition). Coxal plate 4 distal margin sinuous. Head with triangular lateral lobes, apex acute. Eyes large and rounded. Antenna 1 slightly larger than antenna 2, almost half body entire size, peduncle article 1 equal to length of 2-3 combined, flagellum larger than peduncle. Antenna 2 with flagellum similar in length to articles 4-5 combined. Gnathopod 1 small, propodus slender and little shorter than carpus, palm not delimited, margin with 3-5 long setae, dactylus inner margin setose. Gnathopod 2 robust, propodus oval, palm oblique and convex, with small tooth and spine. Pereiopods 5-7 short and robust, merus broad, pereiopod 7 merus large. Pereiopods 6-7 basis slightly larger than the remaining ones. Uropod peduncle, with 3 small marginal spines. Telson oval, slightly elongated, with 3 pairs of small stout dorsal spines, apex rounded.

Accompanying fauna: The sampling stations were dominated overwhelmingly by the copepod calanoid (Calanoida sp1). Other species well represented were the spionid poly-

chaete *Aonidella dayi*, the syllid polychaete *Streptodonta pterochaeta* and the mollusk *Limopsis minuta*.

Distribution: Amphiatlantic (Lincoln, 1979; Grabe, 1996). This species has been collected in circalittoral sandy seabeds (50-200 m) (Stephensen, 1942). This record represents the southernmost limit of this species in the NE Atlantic.

4. ACKNOWLEDGEMENTS

This contribution was funded by EC Life+ INDEMARES (cod. N° 110300900, www.indemares.es). To staff of CIMA SL for collection samples during field surveys. To Leopoldo Moro (Environmental Agency of the Canarian Government) for taking the pictures of *Amphilochus manudens*, necessary for the identification of this species.

5. REFERENCES

- CHEVREUX, E. & L. FAGE. 1925. Amphipods. *Faune France*, 9: 1-488.
- GAGE, J.D. & P.A. TYLER. 1991. *Deep-sea biology: a natural history of organisms at the deep sea floor*. Cambridge University Press, Cambridge, 504 pp.
- GRABE, S.A. 1996. Composition and seasonality of nocturnal peracarid zooplankton from coastal New Hampshire (USA) waters, 1978-1980. *Journal of Plankton Research*, 18(6): 881-894.
- LEDOYER, M. 1977. Contribution a l'étude de l'écologie de la faune vagile profonde de la Méditerranée nord occidentale, 1: les gammariens (Crustacea: Amphipoda). *Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale, Verona*, 4: 321-421.
- LINCOLN, R.J. 1979. *British marine amphipoda: Gammaridea*, British Museum (Natural History), London, 1-657.
- RUFFO, S. 1982. The Amphipoda of the Mediterranean. Part I. Gammaridea (Acanthonotomatidae to Gammaridae). *Memories de Institute Oceanographique*, 13: 1-364.
- STEPHENSEN, K. 1942. The Amphipoda of N. Norway and Spitzbergen with adjacent waters. *Tromsø Museum Skrifter*, 3(4): 363-526.
- SVERDRUP, H.U., M.W. JOHSON & R.H. FLEMMING. 1942. *The Oceans*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1087 pp.
- THISTLE, D. 2003. *The deep-sea floor*: In: Ecosystems of the World. Ecosystems of the Deep Ocean (ed.) Tyler, P.A., Elsevier, 5-39.
- TYLER, P.A. 2003. *Ecosystems of the deep oceans*, Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, 569 pp.

Efecto de la actividad humana sobre la distribución y estructura poblacional del burgado *Phorcus sauciatus* (Koch, 1845)

**Alfonso, B., Sarabia, A., Sancibrián, I. Alfaro, A.,
Adern, N. & Hernández*, J.C.**

Departamento de Biología Animal, Geología y Edafología

* Autor para la correspondencia: jocarher@ull.es

RESUMEN

El intermareal rocoso de la costa norte de Tenerife se encuentra sometido a una gran presión antrópica debido a la actividad pesquera-marisquera y recreativa. En este estudio se valora el efecto de la localidad geográfica, la actividad humana y la distribución vertical en el litoral sobre la población del molusco gasterópodo *Phorcus sauciatus* (Koch, 1845). Se establecieron como variables la abundancia total, la talla media, abundancia de tallas <15mm, abundancia de tallas ≥ 15 mm y la frecuencia de clases de tallas. Para realizar el estudio se llevaron a cabo muestreos en dos puntos de la costa: La Punta del Hidalgo y La Finca del Apio. En cada una localidad se estudiaron las tres bandas de la zonación intermareal (supralitoral, mesolitoral, infralitoral), en un gradiente creciente de distancia al área urbana más cercana. El análisis estadístico mostró una influencia significativa de la banda intermareal en todas las variables estudiadas. Estas diferencias se encontraron entre el mesolitoral y el resto de bandas del litoral.

Palabras clave: intermareal, presión antrópica, gasterópodo, *Phorcus sauciatus*, zonación.

ABSTRACT

The rocky intertidal shore of the north coast of Tenerife is subjected to a great anthropic pressure due to fishing-shellfishing and recreational activities. In the present study, it has been analysed the effect of the geographical locality, the human activity and vertical distribution on the population of the gastropod mollusc *Phorcus sauciatus* (Koch, 1845). Total abundance, mean size, abundance of sizes <15mm, abundance of sizes ≥ 15 mm, size frequency were established as our variables. To conduct this study, samplings of the species were performed at two points of the coast: La Punta del Hidalgo and La Finca del Apio. In each locality, the three bands of the intertidal zone (high tide zone, mid tide zone, low tide

zone) were studied in an increasing distance gradient to an urban area. The statistical analysis showed a significant influence of the intertidal bands in all the studied variables. These differences were found between the mid tide zone and the rest.

Key words: intertidal, anthropic pressure, gastropod, *Phorcus sauciatus*, zonation.

1. INTRODUCCIÓN

Las plataformas rocosas del intermareal constituyen ecosistemas litorales con gradientes ambientales muy marcados. Estas zonas quedan expuestas con cada bajamar y son de fácil acceso, lo que las hace susceptibles a una amplia variedad de impactos humanos (THOMPSON *et al.* 2002). La biodiversidad que albergan es de elevada importancia ecológica, biogeoquímica y pesquera, por lo que están en estrecha relación con los humanos, quienes las vienen utilizando desde que aparecieron sobre la faz de la Tierra (KLEIN *et al.* 2004).

Es evidente que el mar supone una fuente de recursos fundamental para los habitantes de las Islas. Su explotación está constatada desde los primeros momentos del poblamiento del Archipiélago, como indican los restos malacológicos e ictiológicos encontrados en yacimientos arqueológicos de varias islas (EUGENIO, 1996). En la zona intermareal de Canarias podemos encontrar diferentes recursos pesqueros que han sido explotados, desde organismos destinados al consumo, entre los que encontramos peces como la vieja (*Sparisoma cretense*), los sargos (*Diplodus* spp), la morena negra (*Muraena augustis*), la lisa (*Chelon labrosus*); o invertebrados como los pulpos (*Octopus vulgaris*), las lapas (*Patella candei crenata* y *Patella ulyssiponensis*), los cangrejos (*Xhanto* spp), la cañailla (*Stramonita haemastoma*) y los burgados (*Phorcus sauciatus*); así como algunas especies de equinodermos, utilizados principalmente como carnada (*Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*) y ornamentación (*Coscinasterias tenuispina*).

La explotación de los recursos pesqueros presenta numerosos efectos directos e indirectos en las redes tróficas de estos ecosistemas marinos, con potenciales y complejos efectos cascada (CROWDER *et al.* 2008). Entre los efectos directos destacan la disminución en el número de individuos y una reducción de la talla media de las poblaciones de la especie objetivo. Sin embargo, existen numerosos problemas prácticos a la hora de detectar la influencia humana en una población, estos son: la ausencia de datos históricos, baja replicación espacial del impacto y confusión con factores del hábitat de gran importancia. Por lo que un correcto diseño de muestreo es fundamental para detectar correctamente un impacto y aislarlo de cualquier variable ambiental que pueda estar determinando su patrón de distribución (UNDERWOOD, 1994).

Uno de los invertebrados más apreciados como recurso marisquero en Canarias es el burgado *Phorcus sauciatus* Koch, 1845 (Fig. 1), antes conocido con el género *Osilinus* y que ha sido confundido por los investigadores de las Islas durante muchos años con la especie *Phorcus atratus* (Wood 1828) (BRITO *et al.* 1984; ESPINO *et al.* 2006, RAMÍREZ *et al.* 2005, 2008, 2009). Esta aclaración en la identificación correcta de las especies se la debemos a la revisión filogenética actual realizada por DONALD *et al.* (2012) de los géneros *Osilinus* Philippi, 1847 y *Phorcus* Risso, 1826. Gracias a este trabajo, podemos saber además, que esta especie aparece en toda Canarias, islas Salvajes, Madeira, costa oeste de la Península Ibérica y la costa Saharaui. RAMÍREZ *et al.* (2005) estudiaron la variación es-

pacial de esta especie de gasterópodo en Canarias, encontrando los valores más altos de abundancia media en zonas intermedias del litoral y una segregación de tallas por niveles de marea, tallas pequeñas en la banda infralitoral y grandes en la banda meso- y supralitoral. Sin embargo, cuando esta especie es sometida a los efectos potenciales del marisqueo, se produce variabilidad en la abundancia y estructura de tallas en función del grado de actividad humana que presenta su ecosistema (RAMÍREZ *et al.* 2009).

En estas zonas litorales se han implantado medidas de gestión para poder utilizar los diferentes recursos de una forma más sostenible: vedas temporales y tallas mínimas de captura. Estas herramientas de gestión han sido las más comunes para el manejo de este tipo de recursos pesqueros-marisqueros en Canarias. En cuanto al burgado, se ha establecido recientemente, y de forma permanente, una talla mínima de captura de 15mm en el eje mayor de la base de apoyo de la concha (BOC nº 093, 11 de mayo 2011).

En la isla de Tenerife existen dos rasas rocosas de gran interés para el estudio de los ecosistemas litorales, debido a sus dimensiones y al gran número de especies que podemos encontrar en ellos. Estos son La Punta del Hidalgo y La Finca del Apio. Estas plataformas se localizan en la vertiente norte de la isla y difieren en gran medida en la facilidad de acceso que presenta cada una de ellas. Esto supone, *a priori*, una aparente diferencia en cuanto a la facilidad de explotación de sus recursos. Por tanto, nuestro objetivo es conocer el impacto que puede suponer la localidad, la distancia al núcleo urbano y la banda intermareal sobre la abundancia total, talla media, abundancia de tallas $<15\text{mm}$ y $\geq 15\text{mm}$ de la población de *Phorcus sauciatus*. También se presentan datos de la frecuencia de clases de talla poblacional de la especie en ambas localidades.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio y diseño experimental

Este estudio se realizó en La Punta del Hidalgo y La Finca del Apio, dos localidades situadas en la vertiente norte de la isla de Tenerife (Fig. 1) durante el mes de febrero de 2015. La zona intermareal canaria presenta un patrón de zonación bien definido siguiendo los esquemas clásicos (STEPHENSON & STEPHENSON, 1949) caracterizado por la presencia de tres bandas: supralitoral, mesolitoral e infralitoral. El supralitoral se define por la presencia de algas verde-azules como *Calothrix crustacea* y el molusco *Littorina striata*, el mesolitoral se corresponde con la dominancia del cirrípedo *Chthamallus stellatus* y el infralitoral por céspedes de algas rojas y pardas hasta la aparición de *Cystoseira abies-marina* (ELEJABEITIA & AFONSO-CARRILLO, 1994).

En las dos localidades se estableció un diseño muestral formado por 6 escalas espaciales, 3 de variabilidad horizontal y 3 de tipo vertical. Se establecieron tres zonas de muestreo en orden creciente de distancia al núcleo urbano más cercano y en cada una se establecieron tres subzonas de muestreo paralelas entre sí y perpendiculares a la línea de costa. Se colocaron transectos de $10 \times 2\text{ m}$ en cada una de las bandas del intermareal. Todos los burgados (*Phorcus sauciatus*, Fig. 1) fueron recolectados y se midió su anchura mediante un calibrador Vernier (precisión de 0,05 mm). Con los datos se obtuvo una matriz formada por las variables: abundancia total, talla media y abundancia de dos clases de tallas ($< 15\text{ mm}$ y $\geq 15\text{ mm}$) en cada una de las réplicas de muestreo. El criterio utilizado para



Figura 1.- Área de estudio y situación de las localidades Punta del Hidalgo y Finca del Apio (★) en la isla de Tenerife. A la derecha se muestra una foto de *Phorcus sauciatus* Koch, 1845, tomada en la Punta del Hidalgo.

la elección de los dos grupos de tallas analizados se basó en la talla mínima de captura permitida según la Orden del 2 de mayo de 2011 de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente (BOC nº 093, 11 de mayo 2011). Según esta Orden, cuando la especie alcanza un ancho de 15 mm el 95% de los individuos de la población se encuentran en estado de madurez (GONZÁLEZ *et al.* 2012) por lo que fue elegida como talla mínima de captura.

Además, se estudió la distribución de la frecuencia de clases talla en cada localidad y distancia al área urbana. Los rangos se establecieron en intervalos de 5 mm hasta 30 mm, que es la talla máxima encontrada en Canarias (RAMÍREZ *et al.* 2005).

2.2. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico PRIMER 6 & PERMANOVA + v.1.0.1. mediante un análisis univariante de la varianza por permutaciones (PERANOVA) (ANDERSON, 2001). Para ello, se utilizó un diseño de 3 vías considerando los factores: (1) Localidad (fijo y con dos niveles), (2) Distancia al núcleo urbano (fijo y con tres niveles) y (3) Banda intermareal (fijo y con tres niveles). Se usaron las distancias euclídeas para el cálculo de la matriz triangular. Para aquellos factores que resultaron significativos se realizaron comparaciones por pares *a posteriori*. El análisis se llevó a cabo estableciendo un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

3. RESULTADOS

En el muestreo se obtuvieron un total de 840 ejemplares de *Phorcus sauciatus*, de los cuales un 42,5% correspondían a la localidad de La Punta del Hidalgo y un 57,5% a La Finca del Apio. La *abundancia total* de la población, así como la *talla media*, la *abundancia de tallas < 15mm* y la *abundancia de tallas $\geq 15mm$* , tan solo presentaron diferencias significativas en el factor “Banda intermareal” (infra, meso y supralitoral) en ambas localidades (Tabla 1; Fig. 2). El análisis *a posteriori* mostró diferencias significativas del mesolitoral con el resto de bandas (Tabla 2).

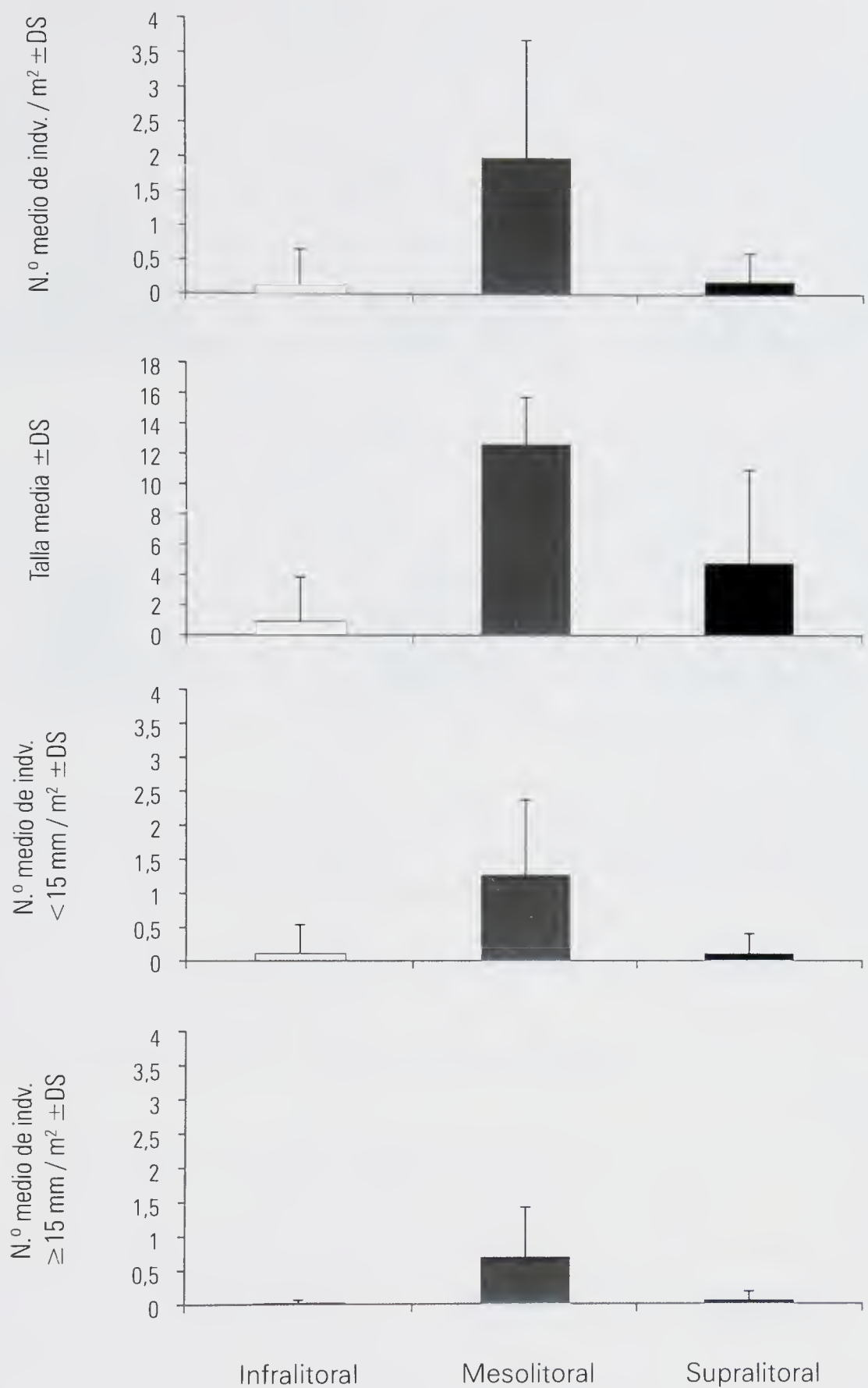


Figura 2.- Representación de la abundancia total (nº medio de individuos de *Phorcus sauciatus* por m²± desviación estándar), talla media de la población ± DS, abundancia media de tallas < 15mm (nº medio de individuos por m² ± DS) y abundancia media de tallas ≥15mm (nº medio de individuos por m² ± DS) en las tres bandas del intermareal (infralitoral, mesolitoral y supralitoral).

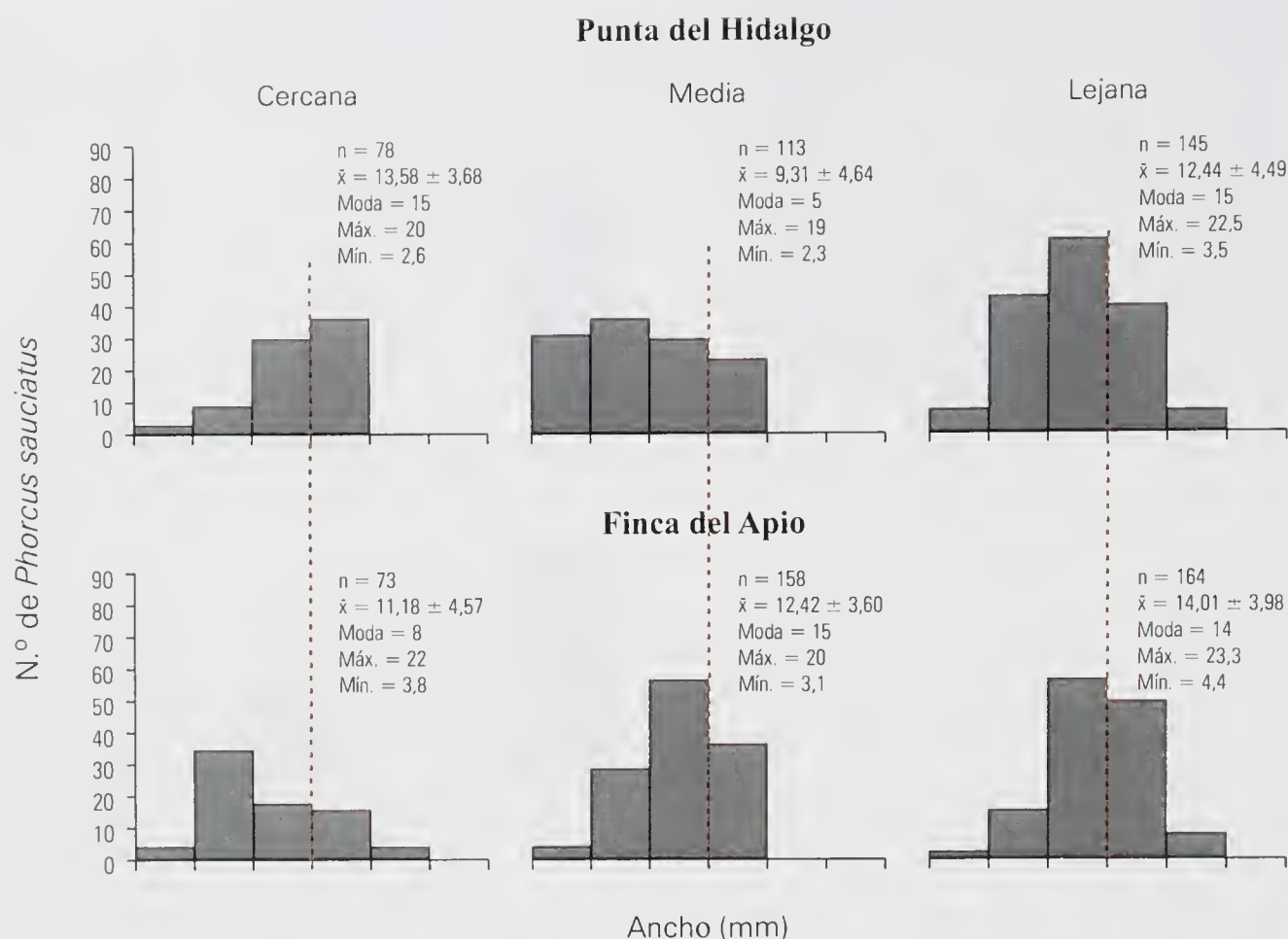


Figura 3.- Representación gráfica de las frecuencias de tallas de *Phorcus sauciatus* en cada localidad y distancia al núcleo urbano. Se muestran los estadísticos descriptivos (n = nº de individuos, $\bar{x}$ = media $\pm$ SD) y la línea de puntos marca la talla mínima de captura 15 mm.).

La estructura poblacional se estudió con la representación gráfica de la *frecuencia de clases de talla* de cada localidad (Fig. 3). Solo se observó la presencia de clases de talla mayores a 20 mm en La Finca del Apio y en la zona 3 (más alejada del núcleo urbano) de La Punta del Hidalgo.

4. DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que la población de *Phorcus sauciatus* de la vertiente norte de la isla de Tenerife está afectada únicamente por la banda intermareal, ya que no se encontró efecto de ningún otro factor. La distribución natural de *P. sauciatus* está fuertemente determinada por factores como la rugosidad e inclinación de la costa, la presencia de grietas o incidencia del oleaje (DAYTON, 1971; RAMÍREZ *et al.* 2005). Los individuos forman grupos más o menos numerosos en la franja media, se colocan en oquedades de las rocas y, de esta forma, evitan la pérdida de agua durante la bajamar. Además, evaden las zonas del infralitoral tapizadas por macroalgas erectas y seleccionan la banda media donde crecen algas verdes incluidas en su dieta como las especies del género *Ulva* (ELEJABEITIA *et al.* 1992; GRANADO & CABALLERO, 1995). Aparentemente, la presión humana,

bien de marisqueo o de ocio, no refleja efecto alguno sobre la abundancia de *P. sauciatus* a lo largo de la costa norte de Tenerife.

Por otra parte, la población del burgado presentó una talla media similar independientemente de los 3 factores de variación estudiados. A pesar de tratarse de una especie de interés pesquero en el litoral de Canarias (RAMÍREZ *et al.* 2009), la talla media poblacional no parece estar tampoco afectada por la distancia al núcleo urbano. MANNINO & THOMAS (2008) describen que los burgados pequeños poseen una tasa de crecimiento más rápida que compensa la recolección de individuos mayores, lo que podría estar explicando este resultado. No obstante, ya que el estudio ha sido realizado de manera puntual en el tiempo, sería interesante realizar nuevos estudios con muestreos a lo largo del año para comprobar si realmente la tasa de crecimiento compensa los posibles efectos del marisqueo.

A pesar de que no se encontraron efectos claros en la abundancia o en la talla, gracias al estudio de la frecuencia de tallas se observa la presencia de clases mayores (> 20 mm) en La Finca del Apio y en la zona más alejada del núcleo urbano de La Punta del Hidalgo. Esto puede deberse a que la primera localidad es más inaccesible y los burgados pueden alcanzar tamaños mayores. De igual modo, la lejanía de la zona 3 de La Punta del Hidalgo al núcleo urbano posibilita una mejor conservación del intermareal. Si bien, no aparecieron diferencias significativas en el factor localidad o distancia al núcleo urbano para las variables talla media o abundancias de burgados ≥ 15 mm.

Como ya hemos comentado, los efectos de la acción del ser humano en las poblaciones de moluscos de la zona intermareal pueden reflejarse en la abundancia y tallas de los organismos, no obstante, el estudio que aquí se presenta refleja un buen estado de este recurso pesquero-marisqueo, que puede ser consecuencia de un marisqueo responsable, que respeta la talla mínima anteriormente citada o a una baja explotación actual. En este sentido, la ausencia de un efecto del factor localidad o distancia al núcleo urbano en las variables estudiadas, hace que nos decantemos por una baja explotación actual, que nos puede estar indicando una pérdida de interés económico/cultural por los burgados.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la comisión académica del Máster de Biología Marina: Biodiversidad y Conservación de la Universidad de La Laguna la oportunidad de desarrollar este pequeño proyecto práctico dentro de la asignatura de “Impacto de la Pesca en la Biodiversidad Marina”.

6. REFERENCIAS

- ADESSI, L. 1994. Human disturbance and long-term changes on a rocky intertidal community. *Ecological Society of America*, 4: 786-797.
- ANDERSON, M. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- BOC nº 093, *Boletín Oficial de Canarias*, Santa Cruz de Tenerife. España. 11 mayo de 2011.

- BRITO, A. 1984. El Medio Marino, pp. 27-86. En: J.J. Bacallado (ed.), *Fauna Marina y Terrestre del Archipiélago Canario*. Edirca, Las Palmas de Gran Canaria, islas Canarias. 356pp.
- CROWDER, L.B., E.L. HAZEN, N. AVISSAR, R. BJORKLAND, C. LATANICH, M. B. OGBUR. 2008. The impacts of fisheries on marine ecosystems and the transition to ecosystem-based management. *The Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 39: 259-78.
- DAYTON, P.K. 1971. Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecological monographs*, 41: 351-389.
- DONALD, M.K., J. PRESTON, S.T. WILLIAMS, D.G. REID, D. WINTER, R. ÁLVAREZ, B. BUGE, S.J. HAWKINS, J. TEMPLADO, H.G. SPENCER. 2012. Phylogenetics relationships elucidate colonization patterns in the intertidal grazers *Osilinus* Philippi, 1847 and *Phorcus* Risso, 1826 (Gastropoda: Trochidae) in the northeastern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Molecular, Phylogenetic and Evolution*, 62: 35-45.
- ELEJABEITIA, Y. & J. AFONSO-CARRILLO. 1994. Observaciones sobre la zonación de las algas en Punta del Hidalgo, Tenerife (Islas Canarias). *Anuario del instituto de estudios canarios*, XXXVIII: 15-23.
- ELEJABEITIA, Y., J. REYES & J. AFONSO-CARRILLO. 1992. Algas marinas bentónicas de Punta del Hidalgo, Tenerife (Islas Canarias). *Vieraea*, 21: 1-28.
- ESPINO, F., A. BOYRA, F. TUYA & R.J. HAROUN (2006) Guía visual de las especies marinas de Canarias. Ediciones Oceanográfica, Telde, Islas Canarias, 482 pp.
- EUGENIO FLORIDO, C.M. 1996. Arqueología y documentación para el estudio del aprovechamiento económico de moluscos en la historia de Tenerife. *Cabildo de Gran Canaria*, 479-492.
- GONZÁLEZ, J.A., J.G. PAJUELO & J.M. LORENZO. 2012. Talla mínima de captura: Peces, Crustáceos y Moluscos de interés Pesquero en Canarias. Una propuesta científica para su conservación. *González, J.A., J.G. Pajuelo & J.M. Lorenzo (eds.)*, Viceconsejería de Pesca del Gobierno de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria: 252 pp.
- GRANADO, I. & P. CABALLERO. 2001. Feeding rates of *Littorina striata* and *Osilinus atratus* in relation to nutritional quality and chemical defenses of seaweeds. *Marine Biology*, 138: 1213-1224.
- KLEIN, R.G., G. AVERY, K. CRUZ-URIBE, D. HALKETT, J.E. PARKINGTON, T. STEELE, T.P. VOLMAN & R. YATES. 2004. The Ysterfontein 1 Middle Stone Age site, South Africa, and early human exploitation of coastal resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 10: 5708-5715.
- MANNINO, M.A., K.D. THOMAS, M.J. LENG, & H.J. SLOANE. 2008. Shell growth and oxygen isotopes in the topshell *Osilinus turbinatus*: resolving past inshore sea surface temperatures. *Geo-Marine Letters*, 28: 309-325.
- MIESZKOWSKA, N., S.J. HAWKINS, M.T. BURROWS & M.A. KENDALL. 2007. Long-term changes in the geographic distribution and population structures of *Osilinus lineatus* (Gastropoda: Trochidae) in Britain and Ireland. *Journal of Marine Biology Association*, 87: 537-545.

- NAVARRO, P.G., R. RAMÍREZ, F. TUYA, C. FERNANDEZ-GIL, P. SANCHEZ-JEREZ & R. J. HAROUN. 2005. Hierarchical analysis of spatial distribution patterns of patellid limpets in the Canary Islands. *Journal of Molluscan Studies*, 71: 67-73.
- ORTEGA, S. 1987. The effect of human predation on the size distribution of *Siphonaria gigas* (Mollusca: Pulmonata) on the pacific coast of Costa Rica. *The Veliger*, 649.
- PERDOMO, T. 2011. Comportamiento gregario de *Osilinus atratus* Woods, 1828. *Anales Universitarios de Etología*, 5: 59-63.
- RAMÍREZ, R., F. TUYA & R.J. HAROUN. 2008. El intermareal Canario. Poblaciones de lapas, burgados y cañadillas. BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, p. 52.
- RAMÍREZ, R., F. TUYA, & R.J. HAROUN. 2009. Efectos potenciales del marisqueo sobre moluscos gasterópodos de interés comercial (*Osilinus* spp. y *Patella* spp.) en el Archipiélago Canario. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44: 703-714.
- RAMÍREZ, R., F. TUYA, P. SÁNCHEZ-JEREZ, C. FERNÁNDEZ-GIL, O. BERGASA, R.J. HAROUN & J.J. HERNÁNDEZ-BRITO. 2005. Population structure and spatial distribution of the gastropod molluscs *Osilinus atrata* and *Osilinus sauciatatus* in the rocky intertidal zone of the Canary Islands (Central East Atlantic). *Ciencias Marinas*, 31: 697-706.
- ROY, K., A.G. COLLINS, B.J. BECKER, E. BEGOVIC & J.M. ENGLE. 2003. Anthropogenic impacts and historical decline in body size of rocky intertidal gastropods in southern California. *Ecology Letters*, 6: 205-211.
- SAGARIN, R.D., R.F. AMBROSE, B.J. BECKER, J.M. ENGLE, J. KIDO, S.F. LEE, C.M. MINER, S.N. MURRAY, P.T. RAIMONDI, D. RICHARDS & C. ROE. 2007. Ecological impacts on the limpet *Lottia gigantea* populations: human pressure over a broad scale on island and mainland intertidal zone. *Marine Biology*, 150: 399-413.
- STEPHENSON, T.A. & A. STEPHENSON. 1949. The Universal Features of Zonation Between Tide-Marks on Rocky Coasts. *British Ecological Society*, 31: 289-305.
- THOMPSON, R.C., T.P. CROWE & S.J. HAWKINGS. 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions to the next 25 years. *Environmental Conservation*, 29: 168-191.
- UNDERWOOD, A. J. 1994. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecological Applications*, 4: 3-15.

Tabla 1.- Resultados del análisis PERANOVA de 3 vías de “Localidad” (Lo), “Distancia” (Dist), “Banda intermareal” (Ba) y sus interacciones para las cuatro variables estudiadas: Abundancia total, Talla media, Abundancia de tallas < 15mm y Abundancia de tallas ≥ 15mm.

	Fuente de variación	gl	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
<i>Abund. total</i>	Lo	1	0,725	0,725	0,5423	0,468	4955
	Dist	2	1,907	0,954	0,7136	0,512	4989
	Ba	2	40,62	20,31	15,194	0,000	4980
	LoxDist	2	0,254	0,127	9,5E-2	0,914	4986
	LoxBa	2	2,6E-2	1,3E-2	9,6E-3	0,989	4984
	DistxBa	4	3,765	0,941	0,704	0,596	4981
	LoxDistxBa	4	1,161	0,290	0,217	0,93	4989
	Residual	36	48,123	1,337			
	Total	53	96,973				
<i>Talla media</i>	Lo	1	45,179	45,179	2,543	0,122	4964
	Dist	2	84,789	42,395	2,386	0,098	4991
	Ba	2	1293,2	646,62	36,398	0,000	4986
	LoxDist	2	34,513	17,256	0,971	0,387	4989
	LoxBa	2	42,436	21,218	1,194	0,311	4990
	DistxBa	4	87,621	21,905	1,233	0,314	4990
	LoxDistxBa	4	24,003	6,001	0,338	0,852	4986
	Residual	36	639,55	17,765			
	Total	53	2272,9				
<i>Abund. tallas < 15mm</i>	Lo	1	0,354	0,354	0,544	0,483	4947
	Dist	2	1,192	0,596	0,917	0,409	4989
	Ba	2	17,241	8,620	13,264	0,000	4987
	LoxDist	2	0,169	8,4E-2	0,130	0,885	4987
	LoxBa	2	2,8E-2	1,4E-2	2,1E-2	0,978	4991
	DistxBa	4	1,825	0,456	0,702	0,510	4986
	LoxDistxBa	4	0,620	0,155	0,239	0,917	4989
	Residual	36	23,397	0,649			
	Total	53	44,999				
<i>Abund. tallas ≥ 15mm</i>	Lo	1	6,6E-2	6,6E-2	0,330	0,573	4958
	Dist	2	0,397	0,198	0,993	0,385	4990
	Ba	2	4,941	2,470	12,358	0,000	4991
	LoxDist	2	0,115	5,8E-2	0,288	0,77	4987
	LoxBa	2	3,2E-2	1,6E-2	7,9E-2	0,929	4988
	DistxBa	4	0,625	0,156	0,782	0,568	4987
	LoxDistxBa	4	0,342	8,5E-2	0,428	0,787	4989
	Residual	36	7,197	0,199			
	Total	53	13,77				

Tabla 2.- Análisis de datos *a posteriori* de las comparaciones por pares del factor “Banda intermareal” (infra-, meso- y supralitoral) de las cuatro variables estudiadas: Abundancia total, Talla media, Abundancia de tallas < 15mm y Abundancia de tallas ≥ 15mm..

	Banda intermareal	t	P(perm)	Unique perms
<i>Abund. total</i>	Infra × Meso	4,031	0,000	4950
	Infra × Supra	0,438	0,666	4957
	Meso × Supra	3,973	0,001	4961
<i>Talla media</i>	Infra × Meso	11,793	0,000	4954
	Infra × Supra	2,229	0,036	4961
	Meso × Supra	5,243	0,000	4955
<i>Abund. tallas < 15mm</i>	Infra × Meso	3,745	0,001	4972
	Infra × Supra	0,168	0,872	4953
	Meso × Supra	3,835	0,001	4964
<i>Abund. tallas ≥ 15mm</i>	Infra × Meso	3,667	0,002	4945
	Infra × Supra	1,392	0,179	4958
	Meso × Supra	3,403	0,002	4951

Changes in benthic communities due to submarine volcanic eruption: black coral (*Antipathella wollastoni*) death in the Marine Reserve of El Hierro (Canary Islands)

Martín-García¹, L., Brito-Izquierdo², I. T., Brito-Hernández¹, A.
& J. Barquín-Diez¹, J.

¹ Animal Biology Department, University of La Laguna
Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n. 38205 - La Laguna, S/C de Tenerife, Spain

² La Restinga Marine Reserve. Explanada del muelle s/n
38917 La Restinga, El Pinar, El Hierro, Canary Islands, Spain
Corresponding author: L. Martín-García (lmargar@ull.edu.es)

RESUMEN

En octubre de 2011 un volcán submarino emergió en los límites de la Reserva Marina del Mar de Las Calmas, en el sur de la isla de El Hierro (islas Canarias, España). Durante seis meses de duración de la erupción, se produjeron importantes alteraciones en la columna de agua de la zona, afectando a comunidades pelágicas y bentónicas. Algunas de estas alteraciones se normalizaron una vez la erupción cesó, pero otras permanecieron. Este estudio presenta el impacto producido por la erupción submarina sobre el coral negro *Antipathella wollastoni* en la zona del infralitoral profundo y el circalitoral superior. Los resultados de las campañas de bionomía realizadas hasta los 60 m de profundidad antes y después de la erupción muestran una mortalidad masiva del coral negro y un descenso en un 81% de su área de distribución. Estos datos representan el impacto más reciente y conocido del volcán sobre la biota del área circundante.

Palabras claves: *Antipathella wollastoni*, volcán submarino, cartografía, comunidad bentónica, degradación del coral, El Hierro, Islas Canarias.

ABSTRACT

In October 2011, a submarine eruption in the south of El Hierro (Canary Islands, Spain) led to the emergence of a submarine volcano on the shallow seabed on the outer boundary of the Marine Reserve of Mar de Las Calmas (MRMC). During the six months of the eruption, significant alterations occurred in the water column, affecting pelagic and benthic communities. Some of these alterations returned to baseline levels when the eruption ceased, but others remain affected. This study presents the impact produced by the eruption on the black coral *Antipathella wollastoni* of the deep infralittoral and upper cir-

calittoral zone. The results of mapping campaigns to a depth of 60 m before and after the eruption show massive mortality of the black coral colonies and a decrease of 81% in its distribution area. These data represent the latest known impact of the volcano on the biota of the surrounding area.

Keywords: *Antipathella wollastoni*, submarine volcano, mapping, benthic community, coral degradation, El Hierro, Canary Islands.

1. INTRODUCTION

Antipathella wollastoni (Gray 1857) is one of only five known species of thorny or black corals of the genus *Antipathella*, order Antipatharia. It is a common species in the Macaronesian archipelagos (Brito & Ocaña 2004) and is also found in the Ceuta littoral and Mediterranean Sea (Ocaña *et al.*, 2007b). This species, like other antipatharians, is a colonial cnidarian with arborescent appearance and characterized by a spiny, branched skeletal axis. It presents a wide bathymetric range between 15 and 520 m (Brito & Ocaña 2004), but in the Canary Islands it is more abundant between 40 and 160 m depth. At these depths, the colonies grow on reefs and rocky slopes where they can form dense aggregations or black coral beds and are one of the most representative communities of the deep rocky infralittoral in the Canary Islands (Martín-García, 2013). Like other corals, antipatharians represent important habitats for a diverse range of associated organisms including decapods, barnacles, bryozoans, echinoderms, caprellids, sponges, hydroids and polychaets, among others (Molodtsova & Budaeva 2007). Colonies of the zoantharia *Antipathozoanthus macaronesicus* (accepted name of *Gerardia macaronesica*) (Ocaña *et al.*, 2007a), the recently described gastropod *Coralliophila kaofitorum* (Vega *et al.*, 2002), and the pedunculate barnacle *Oxynaspis celata* (Brito & Ocaña 2004) are some of the particular species associated with black corals in Canarian waters. However, because this species is found below the depth limits of conventional scuba diving, very little is known about the basic biology and ecology of black corals beds.

In other regions, black corals are harvested for therapeutic uses and to produce jewelry and art (Tsounis *et al.*, 2010). This along with corals inadvertently caught in bottom trawls (Murillo *et al.*, 2010) has led to overexploitation of black coral populations in several regions (Wagner 2011). However, these activities, such as being caught during trawling, do not occur in the Canarian Region. The only human impacts on black coral in the Canarian archipelago are those related to the occupation of habitat or habitat loss by construction activities in the coastal environment and the occasional coral caught by handlines and longlines of the artisanal fishery. These impacts are reduced or null inside the marine reserves, and the intensive scuba-diving at authorized dive sites is the only possible impact on black coral colonies.

In 2011, a new volcano emerged inside the Marine Reserve of Punta Restinga-Mar de Las Calmas (MRMC) on its outer eastern limit (Fig. 1). The shallow submarine eruption started on October 10th, 2011 with more than 12,000 earthquakes and the onset of volcanic tremors (López *et al.*, 2012). The main evidence of the eruption was the discoloration of the surface water observed in the area, detectable from space, related to the discharge of high temperature hydrothermal fluids as well as magmatic gases, CO₂, H₂S and metals

(Santana-Casiano *et al.*, 2013). Abundant rock fragments were found floating on the ocean surface during the first months of the eruption (Santana-Casiano *et al.*, 2013). The volcano was located on a rift with the lava flowing south-westwards at a depth of 350 m below sea level, 1.8 km south of El Hierro. In January 2012, the cone had risen to a depth of 130 m, and in February it reached its maximum elevation of 88 m below sea level. On March 5th 2012, local authorities announced the end of the eruption.

The decrease in oxygen, the acidification, fertilization and deposition of chemicals during the eruption affected the entire area southwest and northeast of the island; however, this affected area was reduced to 0.5 km around the volcano in the post-eruptive phase (Santana-Casiano *et al.*, 2013). These processes did not just cause significant changes in the water column (Fraile-Nuez *et al.*, 2012) but had drastic consequences on the planktonic, pelagic and benthic communities of the southwest of the island, even inside the marine reserve (Sangil, 2013; Ariza *et al.*, 2014). The University of La Laguna headed the studies into the effect of the submarine volcano on benthic communities and detected that a few days before the submarine eruption some algae assemblages, such as those dominated by *Lobophora variegata* and coralline species had been drastically reduced and replaced by ephemeral algae (Sangil, 2013). These initial studies were carried out by scuba diving in 12 locations up to 20 m depth; spread along the southwestern side of the island, inside and outside the reserve (Sangil, 2013). However, the methodology employed in these campaigns did not provide information on the extension of the changes in the communities nor the possible impacts of the eruption on deep species or communities.

The Spanish Institute of Oceanography (IEO) was the institution in charge of the main cartographic studies, sampling and video recordings of the volcano with a ROV and photogrammetric sled on board the Oceanographic Ship Ramón Margalef. All of the samples and recordings were taken a few weeks after the eruption finished. The images showed the seabed and the remaining marine life in nine locations between 150 and 480 m depth and 6-1 km from the volcanic cone (González-Porto *et al.*, 2012). Therefore, the seabed around the volcano between 20 and 150 m has remained unstudied until now.

This paper describes the changes observed in the black coral communities of the infralittoral zone in the MRMC before and after the submarine eruption in the south of El Hierro. The results are based on video sampling to enable us to map and provide information on the infralittoral communities up to 60 m.

2. MATERIAL AND METHODS

Since the local authorities announced the end of the eruption and allowed scientific monitoring in the affected area, between March 2012 and October 2014, visual inspections have been conducted in various locations with scuba-diving and video observations with a ROV VIDEORAY EXPLORER between 0-60 m. In the latest surveys, we took photographs of the black coral colonies with a Nikon D300S Camera.

For the mapping, two sampling surveys were undertaken in the reserve, one in July 2010 and recently a second survey in October 2014. The study focused on the infralittoral zone to a depth of 60 m, although we took some deeper samples when the weather conditions permitted it. The sampling process for data collection was consistent with the method

described by Barquín-Diez *et al.*, 2003 using video samples with an underwater TV system. In total, 232 samples were taken inside the MRMC in 2010, 110 samples deeper than 30 m. In 2014, a further 110 samples and 20 video samples were repeated in the same localities that had the presence of black coral in 2010. Later, we used the information about the presence and absence of the communities and the software Maxent v3.3.3 (Phillips & Dudík, 2008) to create distribution models and distribution maps according to Martín-García *et al.*, 2013.

3. RESULTS

Initial observations by scuba-diving and ROV in three locations with black coral habitats provided clear evidence of the significant impact of the eruption on the colonies of most of locations visited. They showed the massive mortality of most of the black coral colonies and an intensive epibiosis on the dead branches (Fig 1, 2).

In 2010, a total of 28 video-samples showed dense communities of black coral in the MRMC. All of them were located along rocky slopes between 41 and 90 m depth in most of the marine reserve. The distribution maps obtained from the samples in July 2010 from depths of up to 60 m indicated that *A. wollastoni* formed dense corals in a continuous band between 30-60 m depth inside the marine reserve and occupied 9 Ha of the infralittoral zone (Fig. 1) and 11.3% of the seabed between these depths. The results of this study also demonstrated that the community dominated by the brown algae *L. variegata* and red filamentous algae was the most representative in infralittoral zone (Table 1).

By contrast, in October 2014, eleven of the 20 locations that showed dense forests of black coral before the eruption only had dead colonies present that had been overgrown by epibionts. Only four locations registered colonies with live polyps of black corals. In general these few specimens indicate a possible recovery before the end of the eruption. The resulting mapping from the data collected in 2014 shows a black coral distribution area of 3 Ha (Table 1). This represents a decline of 81% compared to the previous distribution area

Table 1. The total extension in hectares (Ha) occupied by the main benthic communities mapped in 2010 and 2014, and the difference between these cartographies (in hectares and percentage) in the MRMC.

Benthic communities	Area (Ha)			
	2010	2014	2010-14	%
<i>Lobophora variegata</i> and red filamentous seaweeds	151	159	8.4	5.6
Maërl	42	42	-0.1	-0.2
<i>Lophocladia trichoclados</i> and <i>Cotoniella filamentosa</i>	25	26	1.0	3.9
Brown garden eel (<i>Heteroconger longissimus</i>)	24	25	1.7	7.4
Sandy bottoms without macroscopic communities	20	15	-4.5	-23.2
<i>Antipathella wollastoni</i>	8	2	-6.5	-80.9

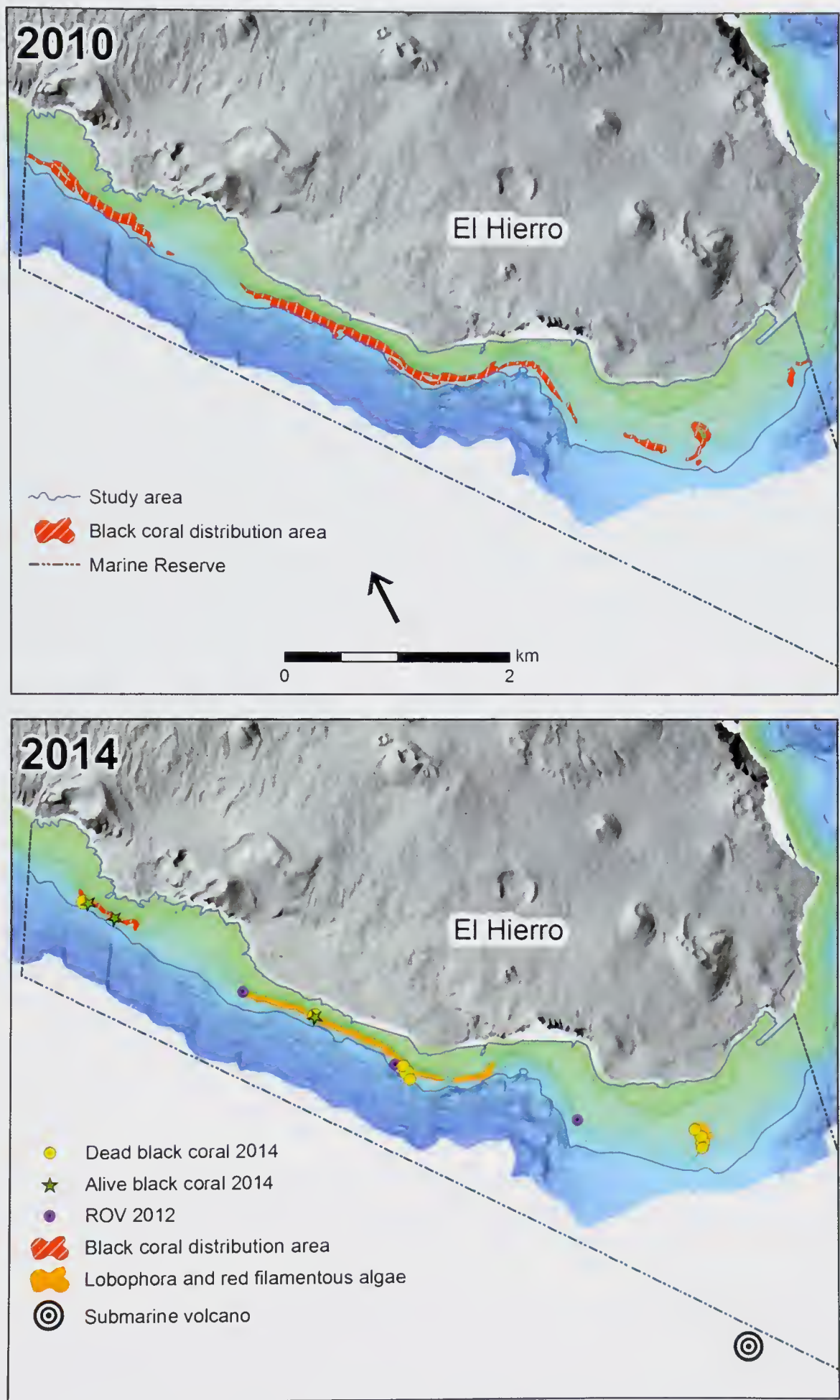


Figure 1. Distribution maps of black coral communities in the MRMC in 2010 and 2014 and locations with dead and live corals according to observations and sampling before the volcano eruption.

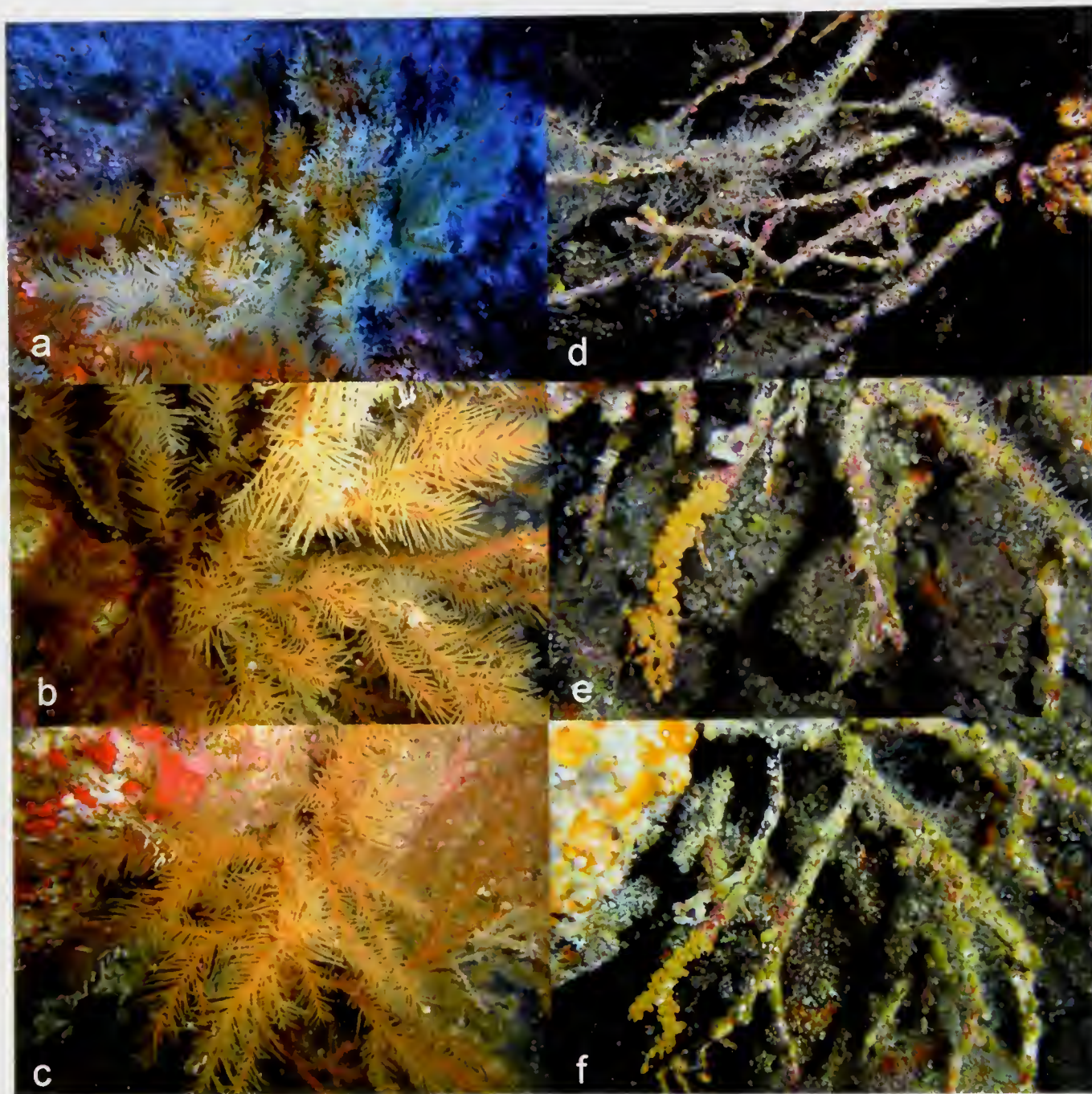


Figure 2. Photographs of black coral at some locations of the MRMC before (a-c) and after (d-f) the submarine eruption.

(Fig. 1). The area lost by corals is now covered by the brown algae *L. variegata* and red filamentous seaweeds, which respond in part to the observed increase in the extension of this community of algae (Table 1). This result is contrary to that obtained by Sangil *et al.* (2013), who document an initial regression in the abundance of *L. variegata*, whereas our result indicates a quick recovery of the algae community.

Other benthic communities have not suffered such severe changes in their distribution areas, or they have recovered faster. Soft bottoms, especially when they are not covered by benthic algae that can attach to them, have considerable seasonal mobility, which is even higher when they are in shallow waters, so the differences observed in the results are within the normal range.

4. DISCUSSION

There are various causes of black coral mortality but only a few are the result of natural disturbances. The volcano chiefly affected the layer between 75 and 125 m in depth, which experienced oxygen depletion to almost anoxic levels, enhanced light attenuation, pH decrease, higher concentrations of dissolved metals, among others (Santana-Casiano *et al.*, 2013). It is possible that all of these conditions would cause mortality of black coral, but there are no studies that have analyzed the effect of these characteristics on the survival of this species. However, according to the literature, it is more likely that the intense sedimentation of the submarine eruption has been the main factor that caused the massive mortality of black coral in the area, and later a subsequent process of intense epiphytism on the branches of dead coral occurred. The numerous pinnules of the branches of *A. wollastoni* facilitate retention of sediment, coating and silting polyps preventing feeding and respiration. Sedimentation is an important factor that can kill corals (Perez *et al.*, 2014). Suspended sediment also reduces irradiance and negatively affects coral growth (Anthony & Connolly, 2004). Olsen & Wood (1980) attributed substantial damage to shallow-water populations of *Aphanipathes salix* and *Plumapathes pennacea* in the Caribbean Sea to a hurricane. Furthermore, in shallow-water, black coral populations (*Antipathes fiordensis*) in the fiords of New Zealand are frequently affected by terrestrial landslides. These landslides produce sediment clouds that settle over benthic organisms such as black corals (Jiang *et al.*, 2015). Sedimentation events may limit both black coral abundances as well as their upper depth limit (Jiang *et al.*, 2015).

Elsewhere in the world, there have been cases of massive mortalities of corals but for very different reasons like the overgrowth of black corals by epibiotic organisms such as sponges and other corals (Kahng & Grigg, 2005, Wagner 2011). Some of these cases of invasion are partially attributable to anthropogenic disturbance (Kahng & Grigg, 2005). In the Canary Islands, black corals have a great number of epibiotic species, especially hexacorallia *Antipathozoanthus macaronesicus* (Fig. 2D-F), but epibiota has never been recorded as a cause of massive mortality of black coral colonies. Generally, it is a process that occurs after the death of hard corals.

In conclusion, it is essential to monitor benthic communities from the very beginning of an anomaly and continue over time to estimate the long-term changes. In the case of black corals, there are still many knowledge gaps about their biology or ecology that need to be covered and Marine Reserves represent the ideal setting for the development of this type of work.

5. ACKNOWLEDGMENTS

We wish to thank sailors and the skipper of Marine Reserve of Mar de Las Calmas for their useful help in field work. This research was funded under the SIGMACAN project (PI 2007/004) co-financed by the European Regional Development Fund (ERDF) and Canarian Agency for Research, Innovation and Information Society (Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información, ACISII) of the Canary Government.

6. REFERENCES

- ANTHONY, K.R.N., S.R. CONNOLLY 2004. Environmental limits to growth: physiological niche boundaries of corals along turbidity-light gradients. *Oecologia* 141: 373-384.
- ARIZA, A., S.KAARTVEDT, A. RØSTAD, J.C. GARIJO, J. ARÍSTEGUI, E. FRAILE-NUEZ, S. HERNÁNDEZ-LEÓN. 2014. The Submarine Volcano Eruption off El Hierro Island: Effects on the Scattering Migrant Biota and the Evolution of the Pelagic Communities. *PLoS ONE* 9 (7): e102354.
- BARQUÍN-DIEZ, J., G.GONZÁLEZ, M.C. GIL. 2003. Un método de estudio de bionomía bentónica utilizado en las costas canarias para fondos poco profundos. *Vieraea* 31: 219-231.
- BRITO, A, O. OCAÑA. 2004. *Corales de las Islas Canarias*. Francisco Lemus (Ed.). Tenerife. 477 pp.
- FRAILE-NUEZ, E., M.GONZÁLEZ, J.M. SANTANA, J. ARÍSTEGUI, I.J. ALONSO, S. HERNÁNDEZ, M.J. BLANCO, A. RODRÍGUEZ, A. HERNÁNDEZ, M.D. GELADO, *et al.* 2012. The submarine volcano eruption at the island of El Hierro: physical-chemical perturbation and biological response. *Scientific Reports* 2: 486 [doi: 10.1038/srep00486].
- GONZÁLEZ-PORTO, M, B. ALMÓN, A. GARCÍA-ALEGRE, A. BRITO, F. SÁNCHEZ, P. MARTÍN-SOSA. 2012. Submarine habitat images around El Hierro volcano. In: Borja A (ed), 2012. XVII Iberian Symposium on Marine Biology Studies. *Revista de Investigación Marina, AZTI-Tecnalia*, p 298.
- GRAY, J.E. 1857. Synopsis of the families and genera of *Axiferous zoophytes* or barked corals. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 25: 278-294.
- JIANG, W., C. CORNELISEN, B. KNIGHT, M. GIBBS. 2015. A pattern-oriented model for assessing effects of weather and freshwater discharge on black coral (*Antipathes fiordensis*) distribution in a fjord. *Ecological Modelling* 304: 59-68.
- KAHNG, S.E., R.W. GRIGG. 2005. Impact of an alien octocoral, *Carijoa riisei*, on black corals in Hawaii. *Coral Reefs* 24: 556-562.
- LÓPEZ, C., M.J. BLANCO, R. ABELLA, B. BRENES, V.M. CABRERA, B. CASAS, I. DOMÍNGUEZ, A. FELPETO, M. FERNÁNDEZ DE VILLALTA, C. DEL FRESNO, *et al.* 2012. Monitoring the volcanic unrest of El Hierro (Canary Islands) before the onset of the 2011-2012 submarine eruption. *Geophysical Research Letters* 39: L13303.
- MARTÍN-GARCÍA, L, G. GONZÁLEZ-LORENZO, I.T. BRITO-IZQUIERDO, J. BARQUÍN-DIEZ. 2013. Use of topographic predictors for macrobenthic community mapping in the Marine Reserve of La Palma (Canary Islands, Spain). *Ecological Modelling* 263: 19-31.
- MARTÍN-GARCÍA, L. 2013. *La distribución especial de las comunidades bentónicas infralitorales de Canarias y su importancia en la gestión del medio marino*. Ph.D. thesis, University of La Laguna, p 245.
- MOLODTSOVA, T.N., N. BUDAEVA. 2007. Modifications of corallum morphology in black corals as an effect of associated fauna. *Bulletin of Marine Science* 81(3): 469-479.

- MURILLO, F.J., P. DURAN MUÑOZ, A. ALTUNA, A. SERRANO. 2010. Distribution of deep-water corals of the Flemish Cap, Flemish Pass, and the Grand Banks of Newfoundland (Northwest Atlantic Ocean): interaction with fishing activities. *ICES Journal of Marine Science* 68(2):319-332.
- OCAÑA, O., A. BRITO, G. GONZÁLEZ, R. HERRERA. 2007a. Additions in relation to Gerardiidae from the Macaronesian waters and the Mediterranean Sea (Anthozoa: Zoantharia). *Vieraea* 35:163-168.
- OCAÑA, O., D.M. OPRESKO, A. BRITO. 2007b. First record of the black coral *Antipathella wollastoni* (Anthozoa: Antipatharia) outside of macaronesian waters. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 18 (4): 125-138.
- OLSEN, D.A., R.S. WOOD. 1980. *Investigations on black coral in Salt River Submarine Canyon St. Croix, U.S. Virgin Islands*. Final Scientific Report 80-12. Division of Fish and Wildlife U.S. Virgin Islands NULS-I Mission 79-5 and 80-12, p 25.
- PEREZ, K. III, K.S. RODGERS, P.L. JOKIEL, C.V. LAGER, D.J. LAGER. 2014. Effects of terrigenous sediment on settlement and survival of the reef coral *Pocillopora damicornis*. *PeerJ* 2: e387 [doi: 10.7717/peerj.387].
- PHILLIPS, S.J., M. DUDÍK. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161-175.
- SANGIL, C. 2013. Cambios en la biodiversidad vegetal submarina del Mar de Las Calmas tras la erupción volcánica de La Restinga: una oportunidad para profundizar en el conocimiento de los ecosistemas marinos de Canarias. In: Afonso-Carrillo J (ed) *El Hierro - Nacimiento de un volcán*. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, Puerto de la Cruz, pp 55-82.
- SANTANA-CASIANO, J.M., M. GONZÁLEZ-DÁVILA, E. FRAILE-NUEZ, D. DE ARMAS, A.G. GONZÁLEZ, J.F. DOMÍNGUEZ-YANES, J. ESCÁNEZ. 2013. The natural ocean acidification and fertilization event caused by the submarine eruption of El Hierro. *Scientific Reports* 3: 1140 [doi: 10.1038/srep01140].
- TSOUNIS, G., S. ROSSI, R.W. GRIGG, G. SANTANGELO, L. BRAMANTI, J.M. GILI. 2010. The exploitation and conservation of precious corals. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review* 48:161-212.
- VEGA, R., R. VEGA, Á.A. LUQUE 2002. *Coralliophila kaofitorum*, a new species (Gastropoda: Coralliophilidae) from the Canary Islands living on *Antipathes wollastoni* (Cnidaria: Anthozoa: Antipatharia). *The Nautilus* 116(2): 50-55.
- WAGNER, D. 2011. *The biology and ecology of hawaiian black corals (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia: Antipatharia)*. Ph.D. thesis. The University of Hawai, pp 167.

**FILOSOFÍA E HISTORIA
DE LAS CIENCIAS**

The botany of the three voyages of Captain James Cook in Macaronesia: an introduction

**Francisco-Ortega^{1,2*}, J., Santos-Guerra³, A., Romeiras^{4,5}, M. M., Carine⁶, M. A.,
Sánchez-Pinto⁷, L. & Duarte^{4,8*}, M. C.**

¹ International Center for Tropical Botany, Latin American and Caribbean Center
Department of Biological Sciences

Florida International University, University Park, Miami, Florida, U.S.A.

² Kushlan Tropical Science Institute, Fairchild Tropical Botanic Garden
10901 Old Cutler Road, Coral Gables, Florida, U.S.A.

³ Calle Guaidil 16, Urbanización Tamarco, Tegueste, Tenerife, Spain

⁴ Tropical Research Institute (IICT), Faculty of Sciences, University of Lisbon, Campo Grande, Portugal

⁵ Biosystems and Integrative Sciences Institute (BioISI), Faculty of Sciences
University of Lisbon, Campo Grande, Portugal

⁶ Plants Division, Department of Life Sciences, Natural History Museum
Cromwell Road, London, United Kingdom

⁷ Museo de la Naturaleza y el Hombre, Calle Fuente Morales 2, Santa Cruz de Tenerife, Spain

⁸ Centre in Biodiversity and Genetic Resources (CIBIO/InBIO), University of Porto
Campus Agrário de Vairão, Vairão, Portugal

* Corresponding authors: ortegaj@fiu.edu; mcduarte1@gmail.com

ABSTRACT

The British naval captain James Cook (1728-1779) was one of the most important figures in the history of scientific exploration. During the 18th century he was the only explorer to call on the four Macaronesian archipelagos. His first two visits were part of voyages that circumnavigated the globe and included celebrated naturalists, notably Sir Joseph Banks (1743-1820) and Daniel Solander (1733-1782) (first voyage) and Johann Reinhold Forster (1729-1798) and his son George Forster (1754-1794) (second voyage). Madeira was visited in both the first and second voyages, with the islands of Faial (Azores) and Santiago (Cape Verde) also visited during the second voyage. These two expeditions resulted in (1) extensive herbarium collections that were subsequently studied by European plant taxonomists, (2) an unpublished flora for Madeira (prepared by Solander), (3) the earliest known floristic treatment focusing only on several Atlantic Islands (Ascension, St. Helena and the Macaronesian islands of Faial, Madeira, and Santiago) (published by G. Forster in 1789), (4) the earliest known colored paintings of plants prepared in Madeira (by Sydney Parkinson (1710?-1771), during the first voyage) and in the Cape Verdes (by G.

Forster), and (5) new species descriptions for the Madeira and Cape Verde flora (published by J.R. Forster and G. Forster in 1775 and by G. Forster in 1789). The third voyage had a more limited natural history scope but the plant collector David Nelson (unknown-1789) from the Royal Botanic Gardens, Kew, was part of the expedition. *The Resolution* was the only ship to stop in Macaronesia, calling briefly at Santa Cruz de Tenerife. William Anderson (1750-1778), the ship's surgeon and unofficial naturalist of the third voyage, wrote a short account of the natural history of this island with notes about its flora and main crops. No specimens collected during the visit have been found. Nelson was part of the crew of the second ship (*The Discovery*); and did not visit any of the Macaronesian Islands. Illustrations made by Sydney Parkinson and George Forster are presented and updated taxonomic identifications for the plants recorded in George Forster's works are provided.

Key words: History of botany, plant exploration, oceanic islands, herbaria, natural history museums, oceanic volcanic Atlantic islands

RESUMEN

El capitán británico de navío James Cook (1728-1779) fue uno de los personajes más importantes en la historia de la exploración científica. A lo largo del siglo XVIII fue el único navegante que recaló en los cuatro archipiélagos de la Macaronesia con fines científicos. La visita a estas islas oceánicas formó parte de sus conocidos viajes de circunnavegación del globo, en los cuales participaron importantes naturalistas, entre ellos Sir Joseph Banks y Daniel Solander, ambos en el primer viaje, a bordo del *HMS Endeavour* (1768-1771), y Johann Reinhold Forster y su hijo George Forster, en el segundo, en el *HMS Resolution* (1772-1775). En el primer viaje se realizó una escala en Madeira (septiembre 1768), que se repitió en el segundo (agosto 1772). En este segundo viaje también hubo escalas en la isla de Santiago (Cabo Verde) y en la de Faial (Azores). Ambas expediciones aportaron importantes conocimientos sobre la flora y la vegetación de esos tres archipiélagos macaronésicos, entre ellos: (1) extensas colecciones de herbario que fueron estudiadas posteriormente por diferentes botánicos europeos, (2) una flora inédita de Madeira que fue elaborada por D. Solander, (3) el primer tratado florístico conocido que se refiere exclusivamente a varias islas del océano Atlántico (Faial, Madeira, Santiago, Ascensión y Santa Elena), publicado por G. Forster en 1789, (4) las primeras láminas en color (acuarelas) conocidas de plantas de Madeira (realizadas por Sydney Parkinson durante el primer viaje) y de Cabo Verde (realizadas por G. Forster en el segundo), y (5) nuevas descripciones de especies vegetales para la flora de Madeira y Cabo Verde, publicadas por J.R. Forster y G. Forster en 1775 y por G. Forster en 1789. El tercer y último viaje de James Cook, de nuevo al mando del *HMS Resolution*, tuvo un alcance científico más limitado para la región macaronésica. El veterano navío hizo una breve escala en Tenerife para avituallarse, lo que permitió a su tripulación explorar los alrededores de Santa Cruz y La Laguna. William Anderson, médico de a bordo y naturalista de vocación, escribió un breve relato de esa visita, con notas sobre la flora y los principales cultivos de la isla. No se han encontrado especímenes recolectados durante la escala en Tenerife. A pesar de que en este último viaje también participó David Nelson, un recolector profesional de plantas del Real Jardín Botánico de Kew (Londres), a bordo del otro navío de la expedición, el *HMS Discovery*. Este

buque no hizo escala en Tenerife. En el presente artículo se incluyen ilustraciones de plantas realizadas por Sydney Parkinson y George Forster, y se proporcionan identificaciones taxonómicas actualizadas para las plantas registradas en las obras de George Forster.

Palabras claves: Historia de la botánica, exploración vegetal, islas oceánicas, herbarios, museos de historia natural, islas atlánticas oceánicas volcánicas

1. INTRODUCTION

The British Captain James Cook (1728-1779) is regarded as one of the most important figures in the history of scientific exploration of all times (BEAGLEHOLE, 1974). His three voyages provide text-book examples concerning the importance of large scale expeditions in natural science and geographical discoveries. The first two voyages circumnavigated the globe (1768-1771 and 1772-1775). During the third voyage (started in 1776) Captain Cook died on the island of Hawaii on 14 February 1779. His legacy has been the subject of extensive scholarly articles and books (e.g., BEAGLEHOLE, 1974; FISHER & JOHNSTON, 1979; HOUGH, 1994; DUGARD, 2001; WILLIAMS, 2004, 2008); therefore in here we will not review his achievements as an extraordinary navy officer and explorer. BRITTEN (1905, 1916), GROVES (1962), STEARN (1968, 1969a,b), EDWARDS (1978, 1983), and NICOLSON & FOSBERG (2004) provided extensive accounts concerning the botany of these voyages. Captain Cook's visits to Macaronesia were relatively brief, and these previous accounts paid more attention to other regions (i.e., Antarctic, Australia, Hawaiian Islands) where remarkable geographical and natural sciences discoveries were made.

During the 18th century, Captain Cook was the only explorer who visited the four major Macaronesian archipelagos (Fig. 1) and these trips left a relevant botanical legacy that included published work, unpublished manuscripts, herbarium specimens, and plant illustrations. In this paper we provide an introduction to this material (largely still under study), that is mostly found at the Natural History Museum of London but with relevant components in Australia, Germany, and Russia. Captain Cook's expeditions included botanists and plant illustrators who are widely recognized among the most important ones in the history of botany; therefore, the collected material was gathered, studied, and illustrated by an outstanding team of professional artists and naturalists.

2. THE FIRST VOYAGE

The first of Captain Cook's voyages aimed to calculate the distance from the Earth to the Sun based on observations of the transit of Venus (BEAGLEHOLE, 1974). Only one ship: *The Endeavour* (Fig. 2) was commissioned for this expedition and her first port of call was Funchal (Madeira, 13-18 September, 1768) (BEAGLEHOLE, 1962). Sir Joseph Banks (1743-1820), who would become one of the founding fathers of the Royal Botanic Gardens, Kew and its first unofficial director (DESMOND, 1994) and Daniel Solander (1733-1782), one of Linnaeus's favorite students who would become keeper of the Natural History Department of the British Museum (RAUSCHENBERG, 1968) were the expedition's natu-

ralists (STEARN, 1968) (Fig. 3). During their stay in Madeira they collected herbarium specimens of over 200 species (housed at BM). The study of these specimens is part of a larger botanical history project being undertaken by Dr. A. Santos-Guerra that will be presented in another paper. The Madeira expedition resulted in three plants lists that are accessioned in the archives of the State Library of New South Wales, Australia [one list prepared by Joseph Banks and transcribed by BEAGLEHOLE (1962), Fig. 4] and the Natural History Museum of London [one list prepared by Joseph Banks (nine pages) and a second, originally assembled by Daniel Solander (41 pages) (BANKS, 1762; BRITTEN, 1904; WOODWARD, 1915; DIMENT & WHEELER, 1984; SOLANDER, unknown date)]. Solander's list bears the title *Primitiae Florae Maderensis, sive catalogus Plantarum in Insula Madera* [...] and it is part of a 620 page manuscript (in three volumes) entitled *Floras of the Countries visited during Capt. Cook's first Voyage* that was compiled from Solander's manuscript by Sigismund Bacstrom (c. 1750-1805) who was employed by Banks after Cook's first voyage (WOODWARD, 1915) (Fig. 5). MARSHALL (1978) indicated that the handwriting of *Primitiae Florae Maderensis* is that of Bank's secretary Herman Diedrich Spöring (1733-1771) who was also on the voyage. Solander's manuscript can be regarded as the earliest floristic treatment for Madeira. This remarkable unpublished document also includes pre-Linnaean floristic references to the island reported in the works of Leonard Plukenet (1641-1706) and Sir Hans Sloane (1660-1753) whose contributions to the discovery of the Macaronesian flora were reviewed by FRANCISCO-ORTEGA *et al.* (1994) and SEQUEIRA *et al.* (2010b) respectively. In this paper, we use the term "pre-Linnaean" for authors whose contributions to the discovery of Macaronesian flora were available before the publication of the first edition of *Species Plantarum* by Linnaeus in 1753.

Sydney Parkinson (1710?-1771) joined the expedition as scientific illustrator (SAWYER, 1950). He made 22 drawings of Madeiran plants, 16 of which he finished as watercolors (Figs. 6-8). Parkinson died of dysentery on 26 January 1771 shortly after the expedition left Batavia, Java (BLUNT, 1983a). His six remaining drawings of Madeiran plants were eventually watercolored in England by Thomas Burgis (one painting) and unknown artists (five paintings) (BLUNT, 1993b, Table 1). Parkinson's illustrations are the earliest known scientific colored plant paintings made in Madeira. SLOANE'S (1707) drawings for Madeiran plants, based on material collected by him in Madeira (en route to Jamaica) in 1687, preceded Parkinson's watercolors; however, they were published as uncolored engravings. Eleven of Parkinson's paintings resulted in engravings that were prepared by Daniel Mackensie (four), Thomas Scratchley (two), Gerald Sibelius (three), and Gabriel Smith (one). The complete set of watercolors and colored engravings made during Cook's first voyage constitute what is formally known as *Banks' Florilegium*. They are located in the Botany Library of the Natural History Museum of London. Originally, Banks planned to publish these engravings but it was not until the 1980s that they came out in a work encompassing 34 volumes. One of the volumes is devoted to the Madeiran plants and includes all of the engravings made of plants from the island (BANKS *et al.*, 1985). Reproductions of several of the watercolors can also be found in EDWARDS (1983, 10 paintings) and ADAMS (1986, one painting) (see Table 1). Several of *Banks' Florilegium* engravings were published by BLUNT & STEARN (1973) and LAW (1976), but they did not include any of the Madeiran illustrations.

The material collected during the first voyage not only enriched the herbarium collections of Banks [they were eventually moved to the Natural History Museum of London (STEARN, 1971)] but provided specimens for subsequent taxonomic studies. For instance several of L'HÉRITIER's (1789) new descriptions for Macaronesian endemics referred to specimens collected by Banks and Solander in Madeira in 1768. Indeed a collection made by these two naturalists was selected as the lectotype of the Madeiran endemic *Bystropogon punctatus* L'Hér. (Lamiaceae) (LA SERNA-RAMOS, 1984).

During this voyage, Cook (WHARTON, 1893), Banks (BEAGLEHOLE, 1962) and Parkinson (PARKINSON, 1784) kept journals describing their observations and major findings. They indicate that *The Endeavour* sailed close to the coasts of Tenerife [according to PARKINSON (1784) they navigated between Gran Canaria and Tenerife) and not far away from the island of Boavista (Cape Verde Islands)] en route from Madeira to Rio de Janeiro. The Madeiran accounts of Cook and Parkinson were brief and did not include observations on the natural history of this island (PARKINSON, 1784; WHARTON, 1893). However, Banks commented on Madeiran botany and agriculture in his journal (BEAGLEHOLE, 1962). Timber from Madeiran trees was exported to England to make furniture, and Banks was particularly eager to know the species that yielded the "Madeira mahogany." Banks ruled out "Vigniatico, *Laurus indicus* Linn." (accepted name *Persea indica*, common name in Madeira: vinhático) as the source for this wood; although traditionally this species has been considered the one to yield Madeira mahogany (HARCOURT, 1851). Banks was disappointed that he could not find flowering material of "Mirmulano" [*Sideroxylon mirmulans* R.Br. (Sapotaceae), common name in Madeira: marmulano] or "Pao branco" [*Picconia excelsa* (Aiton) DC. (Oleaceae), common name in Madeira: pau branco], two species that he considered to have high ornamental value as garden trees.

3. THE SECOND VOYAGE

Two ships undertook the second voyage: *The Resolution* (commanded by Captain Cook, Fig. 9) and *The Adventure* [commanded by Captain Tobias Furneaux (1735-1781)] (COOK, 1777; FORSTER, 1777). Both ships stopped in Madeira and the Cape Verdes, but only *The Resolution* called in Azores (BEAGLEHOLE, 1974). The main aim of the voyage was to find the Antarctic Continent (COOK, 1777). Originally Banks planned to enroll in this expedition, but his demands for a particular ship, designed with an extra deck, were not fulfilled and eventually he did not participate (NICOLSON & FOSBERG, 2004). Instead Johann Reinhold Forster (1729-1798) and his young son George Forster (1754-1794) (Fig. 10) joined *The Resolution* as the main naturalist and scientific illustrator respectively (NICOLSON & FOSBERG, 2004). From previous herbarium and archival research published by NICOLSON & FOSBERG (2004) we know that they collected herbarium specimens [mostly located in BM, GOET, K, LE, LIV; acronyms follow THIERS (continuously updated)] for at least 13 species in Macaronesia (seven in Madeira and six in the Cape Verde Islands) (Table 2). In addition, G. Forster made watercolors for 21 species (ten in Madeira and 11 in the Cape Verde Islands) (Table 3, Figs. 11-14). Eight of these watercolors were subsequently the basis for uncolored engravings that were executed by an unknown engraver. This artwork is housed at BM, LE, and the Gotha Library

at Thuringia, Germany (HERDER, 1885; NICOLSON, 1998; NICOLSON & FOSBERG, 2004). As far as we are aware only four of the watercolors have been previously published (Table 3). The watercolors from the Cape Verde Islands represent the earliest known botanical scientific illustrations made in the islands. Two additional unsigned engravings (apparently of material collected in Macaronesia, see below) were published by FORSTER & FORSTER (1775) for *Epibaterium pendulum* J.R. Forst. & G. Forst. [accepted name *Cocculus pendulus* (J.R. Forst. & G. Forst.) Diels (Menispermaceae) (Fig. 10)] and the hepatic *Aytonia rupestris* J.R. Forst. & G. Forst. [accepted name *Plagiochasma rupestre* (J.R. Forst. & G. Forst.) Stephani (Aytoniaceae) (Fig. 10)].

George Forster also produced a publication listing the plants and fungi that were recorded not only in Macaronesian (for Fayal, Madeira, and Santiago) but also in the South Atlantic islands of Ascension and Saint Helena (FORSTER, 1789). In this work, FORSTER (1789) described four new species based on material collected in Madeira [the Madeiran endemic *Teucrium canescens* G. Forst. (accepted name *T. betonicum* L'Hér.) (Lamiaceae)] and the Cape Verde Islands [the Cape Verde natives *Sida pannosa* G. Forst. (accepted name *Abutilon pannosum* (G. Forst.) Schltdl.) (Malvaceae) and *Borago tristis* G. Forst. (accepted name *Trichodesma africanum* (L.) Sm. (Boraginaceae); and the Cape Verde endemic *Antirrhinum elegans* G. Forst. (accepted name *Kickxia elegans* (G. Forst.) D.A. Sutton (Plantaginaceae), the latter mistakenly reported for Madeira by FORSTER (1789)]. The two further species published earlier by FORSTER & FORSTER (1775) were also apparently based on material collected in Madeira and the Cape Verde Islands: whilst no provenance is given in the protologues of the Cape Verde native *Epibaterium pendulum* or the Madeiran native *Aytonia rupestris* FORSTER (1789) reported the species only for Macaronesia. Therefore it appears that these are the earliest published illustrations associated with post-Linnaean taxonomic descriptions for the Macaronesian flora. In a previous study pertinent to the botanical history of the Cape Verdes ROMEIRAS *et al.* (2014) showed that the botanical contributions made by the Forsters are among the most important ones for these islands during the 18th century.

The work of FORSTER (1789) would appear to represent the earliest published floristic treatment focusing on several volcanic oceanic archipelagos from the Atlantic. A total of 174 plant/fungus entries were recorded by FORSTER (1789) of which 160 were for Macaronesia. Six of the plant entries were recorded both for Madeira and Azores and one for both Cape Verde and Madeira (FORSTER, 1789). Twenty-five records were reported only for the Azores, 39 recorded only for the Cape Verdes (including one fungus), and 90 only for Madeira. It appears that FORSTER (1789) mistakenly assigned two plant entries to Madeira (the Cape Verde native *Commicarpus helenae* [listed as *Boerhavia scandens* by FORSTER (1789)] and the Cape Verde endemic *Kickxia elegans*), and one Madeiran plant to the Cape Verde (the Madeiran native *Kickxia spuria*). For each plant entry FORSTER (1789) provided taxonomic identifications and species descriptions. As a working taxonomy, FORSTER (1789) mostly followed MURRAY (1784). The vast majority of the plant names recorded in Macaronesia by FORSTER (1789) match species known to occur in the island where the species were reported by him. However, several of these plant entries are not easy to interpret taxonomically as their descriptions are brief and the identifications provided by FORSTER (1789) do not correspond to species occurring in the islands where the records were made. Taxonomic identification for the species

reported by FORSTER (1789) were previously provided by MENEZES (1922) for Madeira, by NICOLSON & FOSBERG (2004) for all of the Macaronesian plant entries, and by ROMEIRAS *et al.* (2014) for those found on the Cape Verdes. In this paper we have revisited the names assigned by MENEZES (1922) and NICOLSON & FOSBERG (2004) with an updated taxonomy that mostly follows ARECHAVALETA *et al.* (2005), JARDIM & SEQUEIRA (2008), SEQUEIRA *et al.* (2010a), and SILVA *et al.* (2010) (Table 4).

4. THE THIRD VOYAGE

The last voyage of Captain Cook was undertaken with two ships: *The Resolution* (see above, commanded by Captain Cook) and *The Discovery* (under the command of Captain Charles Clerke). *The Resolution* departed from England earlier, and stopped in Tenerife before reaching Cape Town, where she waited for *The Discovery* to arrive (see below) (COOK & KING, 1784; BEAGLEHOLE, 1967, 1974). *The Resolution* did not call at any other Macaronesian port, although it passed near the islands of Boavista, Maio, and Santiago in the Cape Verdes, sailing close to the harbor of Praia (Santiago) (COOK & KING, 1784).

Captain Cook's relationship with the Forsters was uneasy during and after his second voyage, and it appears that Cook was reluctant to have dedicated naturalists on board his third voyage (STEARN, 1969b). William Anderson (1750-1778), who had already worked as surgeon on the second voyage (BEASLEY, 2012), was the surgeon and unofficial "naturalist" of *The Resolution*. In addition, David Nelson (unknown-1789) from Kew Gardens was appointed to *The Discovery* as plant collector upon the recommendation of Sir Joseph Banks (BRITTEN, 1916; ST. JOHN, 1976; BEASLEY, 2012).

The main aim of this voyage was to travel to the Pacific Ocean to "find out a Northern passage by sea from the Pacific to the Atlantic Oceans" (COOK & KING, 1784) that would allow navigation between northern Europe and Asia/Northwestern North America through the Arctic Ocean. From the journals of David Samwell (surgeon in *The Discovery*) (BEAGLEHOLE, 1967) and James Burney (First Lieutenant in *The Discovery*) (BURNLEY, 1776-1779) we know that *The Discovery* did not call at any Macaronesian port en route between England and South Africa. Nelson consequently did not have the opportunity to collect in the region. Unlike the two other voyages of Captain Cook this expedition yielded fewer botanical results (STEARN, 1969b; EDWARDS, 1978; LAMOUREUX, 1978), which was clearly influenced by the lack of naturalists. Both Anderson and Nelson collected specimens that were eventually added to Bank's herbarium (LANKESTER, 1904). However, the former had to devote considerable amount of time to his duties as ship's surgeon (STEARN, 1969b). In addition, before joining *The Resolution*, Anderson was sick with tuberculosis and during large portions of the trip he was very ill (BEAGLEHOLE, 1967). He died during the voyage, in the Bering Sea on 3 August 1778.

The information found in Anderson's journal together with the travel-log of Cook himself were the basis for the three volume book that was published posthumously shortly after the expedition returned to England, without Anderson, Cook or Clerke (COOK & KING, 1784; BRITTEN, 1916). Later BEAGLEHOLE (1967) published as separate accounts the journals of Anderson and Cook. During the voyage Anderson also produced two

unpublished botanical manuscripts that are located in the Botany Library of the Natural History Museum of London (ANDERSON, 1778a,b). However, they focus on species from the Pacific Basin and do not include any reference to the plants of Tenerife.

A critical study of the text in COOK & KING (1784) pertinent to Tenerife was provided by ROMEU PALAZUELOS (1987). Cook's description for Tenerife is brief and lacks any details concerning its natural history or society (BEAGLEHOLE, 1967). In contrast, Anderson wrote about the landscapes, ethnography, and nature of Tenerife. It appears that they were able to visit areas around mostly Santa Cruz and La Laguna; Anderson regretted not having time to climb Mount Teide. Parts of his accounts are limited to the main crops of the island: grapes for wine, market fruits, silk, and a cultivar of lemon locally known as "impregnated Lemon" (in Spanish "limón preñado"). The latter is also mentioned by the Spanish Army Engineer Francisco Gozar during his visit to the Canaries in 1770 (CAPEL, 2001). This variety of *Citrus x limon* (Rutaceae) bears fruits similar to navel oranges with a highly developed twin fruit located on the apical extreme where the style was originally attached. Anderson also refers to two succulent plants: the introduced *Aloe* (Xanthorrhoeaceae) (likely *A. vera* (L.) Burm.f.) and the Canary Island endemic *Euphorbia canariensis* L. He records that the latter was used as fuel once dried and commented on the caustic effect of its sap. Finally, Anderson referred to a weed that was used to make tea and appears to have been commonly found in vineyards. No morphological description was provided. BEAGLEHOLE (1967) assigned this plant to a mint, the "so-called 'Canary Tea', *Cedronella triphylla*, endemic to the Canary Islands and Madeira" (accepted name *Cedronella canariensis* (L.) Webb & Berthel.). However, the weedy nature indicated by Anderson suggests that the plant in question is not referable to the Macaronesian endemic genus *Cedronella*. The famous Canary Island naturalist José de Viera y Clavijo (1731-1813) mentioned "Té de Canarias" [= Canarian Tea] "*Sida canariensis* Cavanilla [= Cavanilles]"; accepted name *S. rhombifolia* L. (AFRICAN PLANTS DATABASE, 2015)] in his *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias* (VIERA Y CLAVIJO, 2005). This is a likely native weedy species that grows in Tenerife and might well be the tea-making plant recorded by Anderson on this island. MORRIS (1896 in SANTOS-GUERRA, 2008) also indicated the use of this plant as a tea substitute in Agaete (Gran Canaria).

5. CONCLUDING REMARKS

During the 17th and 18th centuries Macaronesia provided important ports of call for European scientific expeditions that carried out natural history and resource inventories in the New and Old Worlds (reviewed by HERRERA PIQUÉ, 2006 and FRANCISCO-ORTEGA *et al.*, 2010). For example, James Robertson, made collections in the Cape Verdes in ca. 1772 during his trip to the Far East (ROMEIRAS *et al.*, 2014); Antonio Gonzalez prepared watercolors in Tenerife between 1796 and 1797 during the French expedition of Captain Nicolas Baudin to the West Indies on which Andre Pierre Ledru was one of the assigned botanists (JANGOUX, 2009); George Staunton made observations of the natural history and the traditions of the Canaries, the Cape Verde, and Madeira in 1792 during the first official British diplomatic mission to the Chinese Imperial Court led by George

Macartney (STAUNTON *et al.*, 1797). However, among these expeditions, those of Cook's were unique as, in a relatively short period of time (between 1768 and 1776), he visited all of the Macaronesian archipelagos and provided a comprehensive natural history perspective for the whole region that translated into publications, unpublished records, and specimen collections.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

This work is dedicated to the memory of Tomás de Nava-Grimón y Porlier (1734-1779) and his son Alonso de Nava-Grimón y Benítez de Lugo (1757-1832) who supported the advancement of science and humanities in the Canaries during the enlightenment. We are grateful to the libraries, museums, and botanical institutions that provided the images shown in this study. Phil Philo (Cook Birth Place Museum) shared relevant biographical information about Captain James Cook. Nancy Korber (Library and Archives of Fairchild Tropical Botanic Garden) helped with bibliographical searches. Marianne Swan (Library and Archives of Fairchild Tropical Botanic Garden) and Andrés Delgado Izquierdo helped with the scanning of relevant documents and the electronic processing of images. Andrew Budden (Royal Botanic Garden, Kew) helped to locate herbarium specimens collected by the Forsters. This study was supported by Fairchild Tropical Botanic Garden as part of its commitment to research on the history of plant exploration. This is contribution number 308 from the Tropical Biology Program of Florida International University. Maria M. Romeiras was supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) through project: PTDC/BIA-BIC/4113/2012 and grant: SFRH/BGCT/113708/2015.

7. REFERENCES

- AFRICAN PLANTS DATABASE 2015. *African Plants Database (version 3.4.0)*. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève & South African National Biodiversity Institute, Pretoria. Available online at: <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>.
- ALONSO, M.A. & M.B. CRESPO 2013. *Gladiolus* L. Pp. 485-491. In: E. RICO, M.B. CRESPO, A. QUINTANAR, A. HERRERO & C. AEDO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 20. Liliaceae-Agavaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- ANDERSON, W. 1778a. *Genera nova plantarum seu descriptiones characterum naturalium Plantarum adhuc incognitarum in itinere nostro visa 1776-77 in Linguis Latinis et Anglicis scriptus*. Unpublished manuscript. Natural History Museum, London.
- ANDERSON, W. 1778b. *Descriptiones seu characteres específicos plantarum in itinere nostro [i.e. Capt. Cook's third voyage] visa annis 1776-77*. Unpublished manuscript. Natural History Museum, London.
- ADAMS, B. 1986. *The flowering of the Pacific*. Collins - British Museum (Natural History), London.

- ARECHAVALETA, M., N. ZURITA, M.C. MARRERO & J.L. MARTÍN, eds. 2005. *Lista preliminar de especies silvestres de Cabo Verde (hongos, plantas y animales terrestres)*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- BALLARD, R. 1986. *Bidens pilosa* complex (Asteraceae) in North and Central America. *American Journal of Botany*, 73: 1452-1465.
- BANKS, J. 1762. *Joseph Bank's catalogue of the plants collected at Madeira, Brazil, Tierra del Fuego and the Society Islands arranged for each locality in the order of Linnaeus Species Plantarum. Ed. 2. 1762*. Unpublished manuscript. Natural History Museum, London.
- BANKS, J., D.C. SOLANDER & J. COOK 1985. *Bank's florilegium. A publication in thirty-four parts of seven hundred and thirty-eight copperplate engravings of plants collected on Captain James Cook's first voyage round the world in H.M.S. Endeavour 1768-1771. Part XIX Madeira plates 391-401*. Alecto Historical Editions, London.
- BEAGLEHOLE, J.C., ed. 1962. *The Endeavour journal of Joseph Banks*. Sydney: The Trustees of the Public Library of New South Wales in association with Angus & Robertson.
- BEAGLEHOLE, J.C. 1967. *The journals of Captain James Cook on his voyages of discovery. The voyages of The Resolution and Discovery*. Cambridge University Press for the Hakluyt Society, Cambridge, Great Britain.
- BEAGLEHOLE, J.C. 1974. *The life of Captain James Cook*. Stanford University Press, Stanford.
- BEAN, A.R. 2007. A taxonomic revision of *Callitriche* L. (Callitrichaceae) in Australia. *Austrobaileya*, 7: 545-554.
- BEASLEY, A.W. 2012. Promise cut short: the career of William Anderson. *Journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh*, 42: 75-80.
- BENEDÍ, C. 1997. *Chamaecyse* Gray. Pp. 286-297. In: S. CASTROVIEJO, C. AEDO, C. BENEDÍ, M. LAÍNZ., F. MUÑOZ GARMENDIA, G. NIETO FELINER & J. PAIVA [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 8. Haloragaceae-Euphorbiaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- BERTSCHINGER, G. 2004. *The portraits of John Reinhold Forster and George Forster: a catalog tracing the origin of each portrait*. Los Gatos. Available online at: <http://www.rainstone.com/Portraits-Forster.2.htm>
- BLUNT, W. 1983a. The voyage of the *Endeavour*. Pp. 1-13. In: D.J. CARR [ed.], *Sydney Parkinson. Artist of Cook's Endeavour voyage*. British Museum (Natural History) & Croom Helm Limited, London & Canberra.
- BLUNT, W. 1983b. Sydney Parkinson and his fellow artists. Pp. 14-45. In: D.J. CARR [ed.], *Sydney Parkinson. Artist of Cook's Endeavour voyage*. British Museum (Natural History) & Croom Helm Limited, London & Canberra.
- BLUNT, W. & W.T. STEARN 1973. *Captain Cook's florilegium / a selection of engravings from the drawings of plants collected by Joseph Banks and Daniel Solander on Captain Cook's first voyage to the islands of the Pacific*. Lion & Unicorn Press, London.
- BOHS, L. & R.G. OLMSTEAD 2001. A reassessment of *Normania* and *Triguera* (Solanaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 228: 33-48.

- BRITTEN, J. 1904. R. Brown's list of Madeira Plants. *Journal of Botany*, 42: 1-8, 39-46, 175-182, 197-200.
- BRITTEN, J. 1905. The collections of Banks and Solander. *Journal of Botany*, 43: 284-290.
- BRITTEN, J. 1916. William Anderson and the plants of Captain Cook's third voyage. *Journal of Botany*, 54: 345-352.
- BURNEY, J. 1776-1779. *Journal of the proceedings of his Maj'ys. Sloop, the Discovery - Chas. Clerke, Commander - in Company with the Resolution - Capt. James Cook*. Unpublished manuscript. State Library of New South Wales, Sidney.
- CABI 2015. *Species fungorum*. CABI-UK, Great Britain. Available online at: <http://www.speciesfungorum.org/>
- CAFFERTY, S. & C.E. JARVIS, eds. 2002. Typification of Linnean plant names in Brassicaceae (Cruciferae). *Taxon*, 51: 529-537.
- CAPEL, H. 2001. Las Islas Canarias en 1770, según un informe del ingeniero militar Francisco Gozar. *Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 291. Available online at: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-291.htm>
- CEBOLLA LOZANO, C., J.Á. LÓPEZ RODRÍGUEZ, J.M. POSTIGO MIJARRA & M.A. RIVAS PONCE 1997. Matritensis plantarum vascularium catalogus. Poaceæ. *Fontqueria*, 49: i-x, 1-86.
- COOK, J. 1777. *A voyage toward the South Pole and round the world*. Strahan & Cadell, London.
- COOK, J. & J. KING 1784. *A voyage to the Pacific Ocean undertaken, by the command of his majesty, for making discoveries in the Northern Hemisphere. Three Volumes*. W. and A. Strahan, London.
- COOK, J. 1981. *The Journal of H.M.S. Resolution 1772-1775*. Genesis Publications, Guildford [Facsimile of original manuscript. Ms. 27,886. British Library].
- DELISLE, D.G. 1962. *Taxonomy and distribution of the genus Cenchrus*. PhD Dissertation, Retrospective Theses and Dissertations, Iowa State University, Ames, Iowa [paper 2098].
- DESMOND, R. 1994. The transformation of the Royal Gardens at Kew. Pp. 105-211. In: R.E.R. BANKS, R.E.R., B. ELLIOT, J.G. HAWKES, D. KING-HELE & G.L. LUCAS [eds.], *Sir Joseph Banks. A global perspective*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- DEVESA, J.A. 2007. *Scabiosa* L. Pp. 321-336. In: J.A. DEVESA, R. GONZALO & A. HERRERO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 15. Rubiaceae-Dipsacaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- DIEDERICHSEN, A. & K. RICHARDS 2003. Cultivated flax and the genus *Linum* L.: taxonomy and germplasm conservation. Pp. 22-54. In: A.D. MUIR, & N.D. WESTCOTT [eds.], *Flax: the genus Linum*. CRC Press, Boca Raton.
- DIMENT, J.A. & A. WHEELER 1984. Catalogue of the natural history manuscripts and letters by Daniel Solander (1733-1782), or attributed to him, in British collections. *Archives of Natural History*, 11: 457-488.
- DUGARD, M. 2001. *Farther than any man: the rise and fall of Captain James Cook*. Pocket Books, New York.

- EDWARDS, P.I. 1978. Sir Joseph Banks and the botany of Captain Cook's three voyages of exploration. *Pacific Studies*, 2: 20-43.
- EDWARDS, P.I. 1983. Plants of Madeira, Brazil and Tierra del Fuego. Pp. 46-75. In: D.J. CARR [ed.], *Sydney Parkinson. Artist of Cook's Endeavour voyage*. British Museum (Natural History) & Croom Helm Limited, London & Canberra.
- FISHER, R. & H. JOHNSTON, ed. 1979. *Captain James Cook and his times*. Douglas & McIntyre, Vancouver, Canada.
- FORSTER, J.G.A. 1777. *A voyage round the world: in his Britannic Majesty's sloop, Resolution, commanded by Capt. James Cook, during the years 1772, 3, 4, and 5*. B. White, J. Robson, P. Elmsly & G. Robinson, London.
- FORSTER, J.G.A. 1789. Plantae Atlanticae ex insulis Madeira, Sti Jacobi, Adscencionis, Stae Helenae et Fayal reportatae. *Commentationes Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis*, 9: 46-74.
- FORSTER, J.R & J.G.A. FORSTER 1775. *Characteres generum plantarum. Ed. 1*. London.
- FRANCISCO-ORTEGA, J., A. SANTOS-GUERRA & C.E. JARVIS 1994. Pre-Linnean references for the Macaronesian flora found in Leonard Plukenet's works and collections. *Bulletin of the Natural History Museum of London (Botany Series)*, 24: 1-34.
- FRANCISCO-ORTEGA, J., A. SANTOS-GUERRA, C.E. JARVIS, M. CARINE, M.M. DE SEQUEIRA & M. MAUNDER. 2010. Early British collectors and observers of the Macaronesian flora: from Sloane to Darwin. Pp. 125-144. In: S. KNAPP & D. WILLIAMS [eds.], *Beyond Cladistics: the branching of a paradigm*. University of California Press, San Francisco.
- GROVES, E.W. 1962. Notes on the botanical specimens collected by Banks and Solander on Cook's first voyage together with an itinerary of landing localities. *Journal of the Society for the Bibliography of Natural History*, 4: 57-62.
- GÜEMES, J. 1997. *Mercurialis* L. Pp. 201-210. In: S. CASTROVIEJO, C. AEDO, C. BENEDÍ, M. LAÍNZ., F. MUÑOZ GARMENDIA, G. NIETO FELINER & J. PAIVA [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 8. Haloragaceae-Enphorbiaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- HANELT, P., ed. 2001. *Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops*. Springer-Verlag, Berlin.
- HARCOURT, E.V. 1851. *A sketch of Madeira*. John Murray, London.
- HENDERSON, S.A., N. BILLOTTE & J.-C. PINTAUD 2006. Genetic isolation of Cape Verde Island *Phoenix atlantica* (Arecaceae) revealed by microsatellite markers. *Conservation Genetics*, 7: 213-223.
- HERDER, F. VON 1885. Verzeichniss von G. Forster's icones plantarum in itinere ad insulas Maris Australis collectarum. Nach dem in der Bibliothek des Kaiserlichen Botanischen Garten zu St. Petersburg befindlichen einzigen exemplar. *Trudy Imperatorskago S.-Peterburgskago Botanicheskago Sada*, 9: 485-510, 635.
- HERRERA PIQUÉ, A. 2006. *Pasión y aventura en la ciencia de las luces, Vol. 1, Introducción a la exploración científica de las Hespérides*. Cabildo de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.

- HILLIARD, O.M. & B.L. BURTT 1981. Names in *Gnaphalium*, *Xeranthemum* and *Helichrysum* published between 1753 and 1800. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 82: 233-265.
- HOARE, M.E. 1982. The Resolution *journal of Johan Reinhold Forster 1772-1775*. The Hakluyt Society, London.
- HOUGH, R. 1994. *Captain James Cook: a biography*. W.W. Norton & Company, London.
- IETSWAART, 1980. *A taxonomic revision of the genus Origanum (Labiatae)*. Leiden University Press, The Hague.
- JANGOUX, M. (ed.) 2009. *Nicolas Baudin. Journal du voyage aux Antilles de la Belle Angélique (1796-1798)*. Paris & Brussels: Université Paris' Sorbone & Académie Royale de Belgique, Collection Imago Mundi Série Textes.
- JARDIM, R. & M.M. DE SEQUEIRA 2008. The vascular plants (Pteridophyta and Spermatophyta) of the Madeira and Selvagens archipelagos. Pp. 13-25. In: P.A.V. BORGES, C. ABREU, A.M.F. AGUIAR, P. CARVALHO, R. JARDIM, I. MELO, P. OLIVEIRA, C. SÉRGIO, A.R.M. SERRANO & P. VIEIRA [eds.], *A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos*. Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo.
- JARVIS, C.E. & N.J. TURLAND 1998. Typification of Linnaean specific and varietal names in the Compositae (Asteraceae). *Taxon*, 47: 347-370.
- LA SERNA-RAMOS, I.E. 1984. Revisión del género *Bystropogon* L'Hér., nom. cons. (Lamiaceae-Stachyoideae): endemismo de la región macaronésica. *Phanerogamarum Monographiae*, 18: 1-380.
- LAMOUREUX, C.H. 1978. The scientific significance of Cook's third voyage. Pp. 65-74. In: J.N. HURD & M. KODAMA [eds.], *Captain Cook and the Pacific Islands. Miscellaneous work papers*, 1978: 3. Pacific Islands Studies Program, University of Hawaii, Honolulu.
- LANKESTER, E.R. 1904. *The history of the collections contained in the natural history departments of the British Museum. Volume 1*. The Trustees of the British Museum, London.
- LAW, J. 1976. *Captain Cook's florilegium. A note on its production*. Lion and Unicorn Press, London.
- L'HÉRITIER, C.L. 1788. *Stirpes novae descriptionibus et iconibus illustratae. Fasc. 4*. Philippi-Dionysii Pierres, Paris.
- L'HÉRITIER, C.L. 1789. *Sertum anglicum. Fasc. 1*. Petri-Francisci Didot, Paris.
- MARSHALL, J.B. 1978. The handwriting of Joseph Banks, his scientific staff and amanuenses. *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Botany Series)*, 6: 1-85.
- MARTÍNEZ ORTEGA, M.M., J.Á. SÁNCHEZ AGUDO & E. RICO 2009. *Veronica* L. Pp. 360-434. In: C. BENEDÍ, E. RICO, J. GÜEMES & A. HERRERO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 13. Plantaginaceae-Scrophulariaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- MENEZES, C.A. DE 1922. Uma antiga lista de plantas de Madeira. *Brotéria. Série Botânica*, 20: 12-25.

- MONASTERIO-HUELIN, E. 1998. *Rubus* L. [nom. cons. prop.]. Pp. 16-71. In: F. MUÑOZ GARMENDIA & C. NAVARRO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 6. Rosaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- MORALES, R. 2010. *Calamintha* Mill. Pp. 431-435. In: R. MORALES, A. QUINTANAR, F. CABEZAS, A.J. PUJADAS & S. CIRUJANO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 12. Verbenaceae-Labiatae-Callitrichaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- MORRIS, C.M.G. 1896. The plants and gardens of Canary Isles. *Journal of the Royal Horticultural Society*, 19: 60-122.
- MURRAY, J.A. 1784. *Caroli à Linné equitis Systema vegetalibium*. Jo. Christ. Dieterich, Göttingen.
- NAVARRO, C. & F. MUÑOZ GARMENDIA 1998. *Sanguisorba* L. Pp. 375-388. In: F. MUÑOZ GARMENDIA & C. NAVARRO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 6. Rosaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- NICOLSON, D.H. 1998. First taxonomic assessment of George Forster's botanical artwork at GOET (Thuringia, Germany). *Taxon*, 47: 581-592.
- NICOLSON, D.H. & F.R. FOSBERG 2004. The Forsters and the botany of the second Cook expedition (1772-1775). *Regnum Vegetabile*, 139: 1-759.
- NOGUEIRA, I. & J. PAIVA 1993. *Malva* L. Pp. 209-224. In: S. CASTROVIEJO, C. AEDO, S. CIRUJANO, M. LAÍNIZ, P. MONTSERRAT, R. MORALES, F. MUÑOZ GARMENDIA, C. NAVARRO, J. PAIVA & C. SORIANO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 3. Plumbaginaceae (partim)-Capparaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- PARKINSON, S. 1784. *A journal of a voyage to the South Seas in his majesty's ship The Endeavour*. Charles Dilly & James Phillips, London.
- PRADA, C. 1986. *Equisetum* L. Pp. 21-30. In: S. CASTROVIEJO, M. LAÍNIZ, G. LÓPEZ GONZÁLEZ P. MONTSERRAT, F. MUÑOZ GARMENDIA, J. PAIVA & L. VILLAR [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 1. Lycopodiaceae-Papaveraceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- PRESS, J.R. & M.J. SHORT, eds. 1994. *Flora of Madeira*. The Natural History Museum, HMSO's, London.
- RAUSCHENBERG, A. 1968. Daniel Carl Solander: Naturalist on the "Endeavour". *Transactions of the American Philosophical Society, New Series*, 58: 1-66.
- RICO, E. 2009. *Sibthorpia* L. Pp. 434-437. In: C. BENEDÍ, E. RICO, J. GÜEMES & A. HERRERO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 13. Plantaginaceae-Scrophulariaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., T.E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSÃ & A. PENAS 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part II. *Itinera Geobotanica*, 15: 433-922.

- ROMEIRAS, M.M., M.C. DUARTE, A. SANTOS-GUERRA, M. CARINE, M. & J. FRANCISCO-ORTEGA, J. 2014. Botanical exploration of the Cape Verde Islands: from the pre-Linnaean records and collections to the late 18th century floristic accounts and expeditions. *Taxon*, 30: 625-640.
- ROMERO ZARCO, C. 2010. *Juncus* L. Pp. 123-187. In: S. TALAVERA, M.J. GALLEGO, C. ROMERO ZARCO & A. HERRERO [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 10. Butomaceae-Juncaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- ROMEU PALAZUELOS, E. 1987. Navegantes europeos en Santa Cruz de Tenerife. El capitán James Cook. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 33: 335-376.
- SALES, F. & I.C. HEDGE 2000. *Medicago* L. Pp. 741-775. In: S. TALAVERA, C. AEDO, S. CASTROVIEJO, A. HERRERO, C. ROMERO ZARCO, F.J. SALGUEIRO & M. VELAYOS [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 7(2). Leguminosae (partim)*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- SANTOS-GUERRA, A. 2008. Paseando entre jardines. *Rincones del Atlántico*, 5: 194-257.
- SAWYER, F.C. 1950. Some natural history drawings made during Captain Cook's first voyage round the world. *Journal of the Society for the Bibliography of Natural History*, 2: 190-193.
- SEQUEIRA, M.M. DE, D. ESPÍRITO-SANTO, C. AGUIAR, J. CAPELO & J. HONRADO, coordinators. 2010a. *Checklist da Flora de Portugal (Continental, Açores e Madeira)*. Associação Lusitana de Fitossociologia (ALFA), Portugal.
- SEQUEIRA, M.M. DE, A. SANTOS-GUERRA, C.E. JARVIS, A. OBERLI, M. CARINE, M. MAUNDER & J. FRANCISCO-ORTEGA 2010b. The Madeiran plants collected by Sir Hans Sloane in 1687, and his descriptions. *Taxon*, 59: 598-612.
- SILVA, L., M. MOURA, H. SCHAEFER, F. RUMSEY & F.E. DIAS 2010. Lista das plantas vasculares (Tracheobionta). Pp. 117-146. In: P.A.V. BORGES, A. COSTA, R. CUNHA, R. GABRIEL, V. GONÇALVES, A.F. MARTINS, I. MELO, M. PARENTE, P. RAPOSEIRO, P. RODRIGUES, R.S. SANTOS, L. SILVA, P. VIEIRA & V. VIEIRA [eds.], *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores*. Principia, Cascais.
- SLOANE, H. 1707. *A voyage to the islands Madera, Barbados, Nieves, S. Christophers and Jamaica*, vol. 1. British Museum, London.
- SOLANDER, D. Unknown date. *Primitiae florae maderensis, sive catalogus plantarum in insula Madera. A.C. MDCCLXVII, diebus 13-18 Septembris collectarum*. Unpublished manuscript. Natural History Museum, London.
- ST. JOHN, H. 1976. Biography of David Nelson, and an account of his botanizing in Hawaii. *Pacific Science*, 30: 1-5.
- STAUNTON, G.L. 1797. *An authentic account of an embassy from the King of Great Britain to the Emperor of China*, vol. 1. G. Nichol, London.
- STEARNS, W.T. 1968. The botanical results of the Endeavour voyage. *Endeavour*, 27: 3-10.
- STEARNS, W.T. 1969a. A Royal Society Appointment with Venus in 1769: the voyage of Cook and Banks in the 'Endeavour' in 1768-1771 and its botanical results. *Notes and Records of the Royal Society of London*, 24: 64-90.

- STEARN, W.T. 1969b. The botanical results of Captain Cook's three voyages and their later influence. *Pacific Studies*, 2: 147-162.
- STEARN, W.T. 1971. Sources of information about botanic gardens and herbaria. *Biological Journal of the Linnean Society*, 3: 225-233.
- SUTTON, D.A. 1988. *A revision of the tribe Antirrhineae*. British Museum (Natural History), London & Oxford University Press, Oxford.
- TALAVERA, S. 1990. *Silene* L. Pp. 313-406. In: S. CASTROVIEJO, M. LAÍNIZ, G. LÓPEZ GONZÁLEZ, P. MONTSERRAT, F. MUÑOZ GARMENDIA, J. PAIVA & L. VILLAR [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 2. Platanaceae-Plumbaginaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- TEPPNER, H. 2004. Notes on *Lagenaria* and *Cucurbita* (Cucurbitaceae) - Review and new contributions. *Phyton (Horn, Austria)*, 44: 245-308.
- THIERS, B. continuously updated. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium, New York. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- THOMPSON, I.R. 2007. A taxonomic treatment of tribe Lactuceae (Asteraceae) in Australia. *Muelleria*, 25: 59-100.
- TRYON, R.M. & A.F. TRYON 1982. *Ferns and allied plants. With special reference to Tropical America*. Springer-Verlag, New York.
- VALDÉS, 2012. *Myosotis* L. Pp. 490-527. In: S. TALAVERA, C. ANDRÉS, M. ARISTA, M.P. FERNÁNDEZ PIEDRA, M.J. GALLEGO, P.L. ORTIZ, C. ROMERO ZARCO, F.J. SALGUEIRO, S. SILVESTRE & A. QUINTANAR [eds.], *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen 11. Gentianaceae-Boraginaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- VIEIRA, R. 2002. Flora da Madeira. Plantas vasculares naturalizadas no Arquipélago da Madeira. *Boletim do Museu Municipal do Funchal (História Natural) Suplemento*, 8: 1-281.
- VIERA Y CLAVIJO, J. DE. 2005. *Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias*. Nivaria Ediciones, La Laguna, Tenerife [edition coordinated by N. GONZÁLEZ LEMUS with an introduction by V. GALVÁN GONZÁLEZ, original manuscript written c. 1799].
- WHARTON, W.J.L. 1893. *Captain Cook's journal during his first voyage round the world made in H.M. Bark "Endeavour: 1768-71. A literal transcription of the original mss.* Elliot Stock, London.
- WILLIAMS, G., ed. 2004. *Captain Cook. Explorations and reassessments*. The Boydell Press, Woodbridge, Great Britain.
- WILLIAMS, G. 2008. *The death of Captain Cook. A hero made and unmade*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- WOODWARD, B.B. 1915. *Catalogue of the books, maps, &c., in the British Museum (Natural History)*. Vol. 5. So-Z. London: Trustees of the British Museum (Natural History), London.

Table 1.- Artwork of Madeiran plants made during Cook’s first voyage. Images are also available online at: <http://internt.nhm.ac.uk/nature-online/art-nature-imaging/collections/endeavour-botanical/index.dsml>.

Taxon / biogeographic status	Watercolor reference at BM	Colored engraving reference at BM	Text on painting	Notes	Publication
<i>Arum italicum</i> Mill. ssp. <i>canariense</i> (Webb & Berthel.) P.C. Boyce (Araceae) / Macaronesian endemic	M.0018./0001		<i>Arum pictum</i> . Parkinson pinxt 1769		
<i>Asplenium monanthes</i> L. (Aspleniaceae) / Native	M.0022./0001	M.0022./0003	<i>Asplenium monanthes</i> Linn.	Original watercolor sketch made by S. Parkinson, but coloring made by an unknown artist. Colored engraving made by Daniel Mackensie	BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Briza minor</i> L. (Poaceae) / Native	M.0019./0001		<i>Briza minor</i> Linn. Sydney Parkinson pinxt 1768		
<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermy (Thelypteridaceae) / Native	M.0021./0001		<i>Polypodium Thelipetris</i> Linn.	Original watercolor sketch made by S. Parkinson, but coloring made by an unknown artist	
<i>Clethra arborea</i> Aiton (Clethraceae) / Madeiran endemic	M.0008./0001	M.0008./0003	<i>Clethra arborea</i> . Sydney Parkinson pinxt: 1768	Colored engraving made by Gerald Sibelius	BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Convolvulus althaeoides</i> L. (Convolvulaceae) / Native	M.0011./0001	M.0011./0003	<i>Convolvulus serpens</i> . Sydney Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Thomas Scratchley	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Diospyros lotus</i> L. (Ebenaceae) / Cultivated	M.0010./0001		<i>Diospyros lotus</i> Linn. Sydney Parkinson pinxt 1768		EDWARDS (1983)
<i>Eugenia jambos</i> L. (Myrtaceae) / Cultivated	M.0004./0001		<i>Eugenia jambos</i> Linn. Sydney Parkinson pinxt 1768		EDWARDS (1983)



Taxon / biogeographic status	Watercolor reference at BM	Colored engraving reference at BM	Text on painting	Notes	Publication
<i>Eugenia uniflora</i> L. / Cultivated	M.0005./0002		<i>Myrtus pulposus</i> . Sydney Parkinson pinxt: 1768		
<i>Globularia salicina</i> Lam. (Globulariaceae) / Macaronesian endemic	M.0014./0001	M.0014./0003	<i>Alypum angustifolium</i> . Sydney Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Thomas Scratchley	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Heberdenia bahamensis</i> (Gaertn.) Sprague (Primulaceae) / Macaronesian endemic	M.0009./0001	M.0009./0003	<i>Heberdenia excelsa</i> . Sydney Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Daniel Mackensie	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Helichrysum obconicum</i> DC. (Asteraceae) / Madeiran endemic	M.0007./0001	M.0007./0003	<i>Gnaphalium crassifolium</i> . Linn. Sydney Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Gabriel Smith	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Ilex canariensis</i> Poir. (Aquifoliaceae) / Macaronesian endemic	M.0002./0001		<i>Ilex Azevinho</i> . S. Sydney Parkinson pinxt 1768		Fig. 6
<i>Ilex perado</i> Aiton ssp. <i>perado</i> / Madeiran endemic	M.0001./0001		<i>Ilex Perado</i> . Sydney Parkinson pinxt 1768		Fig. 7
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort. ssp. <i>integrifolia</i> (Brot.) R. Fern. (Plantaginaceae) / Native			<i>Antirrhinum cordatum</i> . Sydney Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Gerald Sibelius	BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Lavandula pinnata</i> L.f. (Lamiaceae) / Macaronesian endemic	M.0015./0001		<i>Lavandula pinnata</i>	Original watercolor sketch made by S. Parkinson, but coloring made by an unknown artist	Fig. 8

Taxon / biogeographic status	Watercolor reference at BM	Colored engraving reference at BM	Text on painting	Notes	Publication
<i>Lotus glaucus</i> Aiton (Fabaceae) / Madeiran endemic	M.0003./0001	M.0003./0003	<i>Lotus glaucus</i> . Sydney Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Daniel Mackensie	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Lythrum junceum</i> Banks & Sol. (Lythraceae) / Native	M.0006./0002	M.0006./0004	Thos. Burgis Pinxt. 1776	Original watercolor sketch made by S. Parkinson, but coloring made by Thomas Burgi. Colored engraving made by Daniel Mackensie	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Ocotea foetens</i> (Aiton) Baill. (Lauraceae) / Macaronesian endemic	M.0016./0001	M.0016./0003	<i>Laurus foetens</i> . S. Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Daniel Mackensie	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Pteris incompleta</i> Cav. (Pteridaceae) / Native	M.0020./0001		<i>Osmunda maderiensis</i>	Original watercolor sketch made by S. Parkinson, but coloring made by an unknown artist	
<i>Sibthorpia peregrina</i> L. (Scrophulariaceae) / Madeiran endemic	M.0012./0001	M.0013./0003	<i>Meadia repens</i> . Sydney Parkinson pinxt 1768	Colored engraving made by Gerald Sibelius	EDWARDS (1983) ^b , BANKS <i>et al.</i> (1985) ^a
<i>Smilax pendulina</i> Lowe (Smilacaceae) / Madeiran endemic	M.0017./0001		<i>Smilax latifolia</i>	Original watercolor sketch made by S. Parkinson, but coloring made by an unknown artist	ADAMS (1986)

^a Colored engraving was published.

^b Watercolor was published.

Table 2.- Herbarium material collected in Macaronesia during Cook’s second voyage. Codes for institutions housing specimens follow *Index Herbariorum* acronyms (THIERS, continuously updated).

Taxon ^a / provenance / biogeographic status	Herbarium					
	BM	FR	GOET	K	LIV	UPS-T
<i>Abutilon pannosum</i> (G. Forst.) Schltdl. [<i>Sida pannosa</i> G. Forst.] (Malvaceae) / Cape Verde Islands / Native	Yes					
<i>Cocculus pendulus</i> (J.R. Forst. & G. Forst.) Diels [<i>Epibaterium pendulum</i> J.R. Forst. & G. Forst.] (Menispermaceae) / Cape Verde Islands / Native	Yes				Yes	
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet [<i>Convolvulus mucronatus</i> Benth.] (Convolvulaceae) / Cape Verde Islands / Non-native	Yes					
<i>Kickxia elegans</i> (G. Forst.) D.A. Sutton [<i>Antirrhinum elegans</i> G. Forst.] (Plantaginaceae)] / Cape Verde Islands / Endemic				Yes ^b		
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort. ssp. <i>integrifolia</i> (Brot.) R. Fern. / Madeira / Native				Yes ^c		
<i>Melissa officinalis</i> L. (Lamiaceae) / Madeira / Introduced	Yes					
cf. <i>Laurus novocanariensis</i> Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Días, J.C. Costa & C. Aguiar [<i>L. nobilis</i> L.] (Lauraceae) / Madeira / Macaronesian endemic		Yes ^d				
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. [<i>Mentha x rotundifolia</i> (L.) Huds] (Lamiaceae) / Madeira / Native	Yes					
cf. <i>Persea indica</i> (L.) Spreng. [<i>Laurus indica</i> L.] (Lauraceae) / Madeira / Macaronesian endemic		Yes ^e				
<i>Sida rhombifolia</i> L. (Malvaceae) / Cape Verde Islands / Uncertain (native or non-native)			Yes			
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L. (Solanaceae) / Madeira / Cultivated				Yes ^f		
<i>Trichodesma africanum</i> (L.) Sm. [<i>Borago tristis</i> G. Forst.] (Boraginaceae) / Cape Verde Islands / Native	Yes					
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. [<i>Veronica anagallis</i> L. auct.] (Plantaginaceae) / Madeira / Native						Yes

^a Names provided by FORSTER (1789) are shown inside square parenthesis.

^b This species was wrongly assigned to Madeira by FORSTER (1789). *Kickxia elegans* has three subspecies, but only two of them are found in Santiago (ssp. *elegans* and ssp. *dichondrifolia*).

^c This species was wrongly assigned to the Cape Verde Islands by FORSTER (1789).

^d This is a sterile specimen without a locality, but it is assumed that it was collected in Macaronesia by the Forsters. This sheet has material for two species. The two leaves located on the left of this sheet have been tentatively assigned to *L. novocanariensis*. “*Laurus nitida* ?” is one of the two names found on the label of the sheet, and apparently this name refers to this specimen. FORSTER (1789) used “*Laurus nitida* n. sp. Solandr.” for *Apollonias barbujana* (Cav.) A. Braun; however, these two leaves have gland-like projections along the midrib, and this is a diagnostic trait for *L. novocanariensis*. This feature is not known for *A. barbujana*.

^e This is a sterile specimen without a locality, but it is assumed that was collected in Macaronesia by the Forsters. This sheet has material for two species. The leaf located on the right section of this sheet has been tentatively assigned to *P. indica*. “*Laurus indica* ?” is one of the two names found on the label of this sheet and this name would appear to refer to this specimen.

^f This specimen was not reported by NICOLSON & FOSBERG (2004).

Table 3.- Artwork of Macaronesian plants that resulted from the second voyage of Captain Cook.
Drawings and watercolors were made by George Forster.

Taxon ^a / provenance / biogeographic status	Location of illustration ^b	Watercolor reference	Uncolored engraving	Text on illustration	Publication
<i>Abutilon pannosum</i> (G. Forst.) Schltld. [<i>Sida pannosa</i> G. Forst.] (Malvaceae) / Cape Verde Islands / Native	Gotha	Chart-A-1212 77r		<i>Sida pannosa</i> ^c . G. Forster pinxt.	
<i>Abutilon pannosum</i> / Cape Verde Islands / Native	Gotha	Chart-A-1212 78r		Without label	
<i>Aerva persica</i> (Burm.f.) Merr. [<i>Illecebrum javanicum</i> (Burm.f.) L.] (Amaranthaceae) / Cape Verde Islands / Native	Gotha	Chart-A-1212 65r		<i>Iresine lanata</i> ^c	
<i>Argemone mexicana</i> L. (Papaveraceae) / Cape Verde Islands / Non-native	Gotha	Chart-A-1212 67r		<i>Argemone hispida</i> ^c	
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey [Spermacoce verticillata L.] (Rubiaceae) / Cape Verde Islands / Non-native	Gotha	Chart-A-1212 68r		Name assigned on the sheet to this taxon was erased ^c	
<i>Carthamus lanatus</i> L. (Asteraceae) / Madeira / Native	BM	Forster 285-205		<i>Carthamus lanatus</i> Linn. Madeira. Sketched Aug. 1 1772. G Forster 1773	HOARE (1982). Black and white reproduction
<i>Cocculus pendulus</i> (J.R. Forst. & G. Forst.) Diels [<i>Epibaterium pendulum</i> J.R. Forst. & G. Forst.] (Menispermaceae) / Cape Verde Islands / Native	BM	Forster 363-259		<i>Epibaterium pendulum</i>	FORSTER & FORSTER (1775); ROMEIRAS <i>et al.</i> (2014); Fig. 10
<i>Cocculus pendulus</i> / Cape Verde Islands	BM		Forster 364-105	<i>Epibaterium pendulum</i>	
<i>Cocculus pendulus</i> / Cape Verde Islands	LE		Unknown	Unknown	



Taxon ^a / provenance / biogeographic status	Location of illustration ^b	Watercolor reference	Uncolored engraving	Text on illustration	Publication
<i>Convolvulus althaeoides</i> L. (Convolvulaceae) / Madeira / Non-native	BM	Forster 072-045		<i>Convolvulus digitatus. althaeoides?</i> Sketched Aug. 2 ^d 1772. Painted March 8 th 1773. G. Forster	Cook (1981)
<i>Corchorus trilocularis</i> L. (Malvaceae) / Cape Verde Islands / Uncertain (native or non-native)	Gotha	Chart-A-1212 73r		<i>Corchorus trilocularis</i> Linn. ^c	
<i>Cullen americanum</i> (L.) Rydb. [<i>Psoralea americana</i> L.] (Fabaceae) / Madeira / Non-native	BM	Forster 279-201		<i>Psoralea repanda. americana</i> . GF. Sketched Aug. 3 rd 1772. Painted Febr. 25 1773. Ge. Foster	Fig. 11
<i>Cullen americanum</i> / Madeira	BM		Forster 279-079	<i>Psoralea americana</i>	
<i>Cullen americanum</i> / Madeira	Gotha	Chart-A-1212 54r. Most of the plate is not painted and it is a pencil sketch		<i>Psoralea repanda</i> ^c	
<i>Echium plantagineum</i> L. [<i>E. vulgare</i> L.] (Boraginaceae) / Madeira / Native	Gotha	Chart-A-1212 66r		<i>Echium procumbens</i> ^c . Sketched Aug. 3 rd 1772. GF. Painted Feb. 20 th 1773	Fig. 12
<i>Holcus</i> cf. <i>lanatus</i> L. (Poaceae) / Madeira / Native	BM	Forster 282-274		<i>Holcus purpureus</i>	
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet [<i>Convolvulus mucronatus</i> Benth.] (Convolvulaceae) / Cape Verde Islands / Non-native	BM	Forster 073-046		<i>Convolvulus acuminatus. mucronatus</i> . Ge. Forster	
<i>Ipomoea cairica</i> / Cape Verde Islands	BM		Forster 074-028	<i>Convolvulus mucronatus</i>	
<i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae) / Cape Verde Islands / Non-native	BM	Forster 366-261		<i>Jatropha gynandra</i> . Ge. Forster	Fig. 13
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort. [<i>Antirrhinum spurium</i> L.] (Plantaginaceae) / Madeira / Native	BM	Forster 245-175		<i>Antirrhinum elegans</i> . GF. Sketched Aug. 2 nd 1772. Painted Feb. 7 th 1773 ^d	

Taxon ^a / provenance / biogeographic status	Location of illustration ^b	Watercolor reference	Uncolored engraving	Text on illustration	Publication
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. [<i>Mentha x rotundifolia</i> (L.) Huds] (Lamiaceae) / Madeira / Native	Gotha	Chart-A-01212 76r		<i>Mentha rotundifolia</i> c. G. Forster ad viv. del. 5 Aug. 1772	
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>virens</i> (Hoffmanns. & Link) letsw. [<i>Origanum creticum</i> L.] (Lamiaceae) / Madeira / Native	Gotha	Chart-A-1212 64r		<i>Origanum quadrangulare</i> c. G. Sketched Aug. 1772. Painted March 4 th 1773	
<i>Plagiochasma rupestre</i> (J.R. Forst. & G. Forst.) Stephani [<i>Aytonia rupestris</i> J.R. Forst. & G. Forst, as "Aitonia"] (Aytoniaceae) / Madeira / Native	BM	Forster 422-297		<i>Aitonia rupestris</i> . Ge. Forster	FORSTER & FORSTER (1775); Fig. 10
<i>Plagiochasma rupestre</i> / Madeira	BM		Forster 422-297	<i>Aitonia rupestris</i>	
<i>Plagiochasma rupestre</i> / Madeira	LE		Unknown	Unknown	
<i>Sida rhombifolia</i> L. (Malvaceae) / Cape Verde Islands / Uncertain (native or non-native)	BM	Forster 268-193		<i>Sida salicifolia</i> . <i>rhombifolia</i> ? Ge. Forster	
<i>Sida rhombifolia</i> / Cape Verde Islands / Uncertain (native or non-native)	BM		Forster 268-193	<i>Sida rhombifolia</i>	
<i>Sida rhombifolia</i> / Cape Verde Islands	LE		Unknown	Unknown	
<i>Teucrium betonicum</i> L'Hér. [<i>T. canescens</i> G. Forst.] (Lamiaceae) / Madeira / Endemic	BM	Forster 241-172		<i>Teucrium incanum</i> . <i>canescens</i> . <i>betonicum</i> . Sketched Aug. 1772. Painted Febr. 28 th 1773. Ge. Forster	HOARE (1982). Black and white reproduction
<i>Tribulus cistoides</i> L. [<i>T. terrestris</i> L.] (Zygophyllaceae) / Cape Verde Islands / Non-native	BM	Forster 285-205		<i>Zygophyllum tomentosum</i> . <i>Tribulus terrestris</i>	



Taxon ^a / provenance / biogeographic status	Location of illustration ^b	Watercolor reference	Uncolored engraving	Text on illustration	Publication
<i>Trichodesma africanum</i> (L.) Sm. [<i>Borago tristis</i> G. Forst.] (Boraginaceae) / Cape Verde Islands / Native	Gotha	Chart-A-1212 75r		<i>Borago tristis</i> F. ^c G. Forster del.	Fig. 14

^a Names provided by FORSTER (1789) are shown inside square parenthesis.

^b Codes for institutions housing specimens follow *Index Herbariorum* acronyms (THIERS, continuously updated), except Gotha = Gotha Library, Thuringia, Germany.

^c The painting does not have a locality but it is assumed that was collected in Macaronesia during the second voyage of Captain Cook.

^d *Antirrhinum elegans* G. Forst. (accepted name *Kickxia elegans* (G. Forst.) D.A. Sutton) is a species endemic in the Cape Verde Islands. It appears that George Forster mixed labels and taxonomic identifications for the species of this genus occurring in the Cape Verdes (*K. elegans*) and Madeira (*K. spuria*).

Table 4.- Plant material from the Azores, Madeira, and Cape Verde Islands recorded by FORSTER (1789) during Cook’s second voyage. Taxonomic identifications and biogeographical status are based on MENEZES (1922) and NICOLSON & FOSBERG (2004), but have been revised. The taxonomy follows ARECHAVALETA *et al.* (2005), JARDIM & SEQUEIRA (2008), SEQUEIRA *et al.* (2010a), and SILVA *et al.* (2010).

Taxon ^a	Record provenance based on Forster’s (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Abutilon pannosum</i> (G. Forst.) Schltld. [<i>Sida pannosa</i> G. Forst.] (Malvaceae)	Cape Verde Islands / Native	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. [<i>Mimosa farnesiana</i> L.] (Fabaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Achyranthes sicula</i> (L.) All. [A. <i>aspera</i> L.] (Amaranthaceae)	Madeira / Native	<i>Achyranthes sicula</i> is the only species of the genus found on the island
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L. (Pteridaceae)	Madeira / Native	
<i>Adiantum hispidulum</i> Sw. [A. <i>trapeziforme</i> L.]	Madeira / Non-native	<i>Adiantum trapeziforme</i> does not occur in Madeira. NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to A. <i>hispidulum</i> and the morphological description provided by FORSTER (1789) matches this species
<i>Aerva persica</i> (Burm.f.) Merr. [<i>Illecebrum javanicum</i> (Burm.f.) L.] (Amaranthaceae)	Cape Verde Islands / Native	
<i>Agrimonia eupatoria</i> L. (Rosaceae)	Madeira / Native	
<i>Allium paniculatum</i> L. [A. <i>pallens</i> L.] (Liliaceae)	Madeira / Non-native	<i>Allium pallens</i> does not occur in Madeira, but the morphological description provided by FORSTER (1789) matches A. <i>paniculatum</i> . MENEZES (1922) recorded A. <i>pallens</i> as an abundant species near Funchal, but we believe that he mistakenly assigned the plants from the capital of Madeira to this species
<i>Anaphalis margaritacea</i> (L.) Benth. & Hook.f. [<i>Gnaphalium margaritaceum</i> L.] (Asteraceae)	Madeira / Cultivated	<i>Anaphalis margaritacea</i> is the accepted name for <i>G. margaritaceum</i> (HILLIARD & BURTT, 1981). MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>An- tennaria margaritacea</i> (L.) R.Br., a further synonym of this species, indicating that it was cultivated in Madeiran gardens. NICOLSON & FOSBERG (2004) were uncertain about the identification of this plant record as A. <i>margaritacea</i> does not occur in the wild on Madeira



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Annona squamosa</i> L. (Annonaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Anthoceros punctatus</i> L. (Anthocerotaceae)	Madeira / Native	
<i>Apollonias barbujana</i> (Cav.) A. Braun [<i>Laurus nitida</i> n. sp. Solandr.] (Lauraceae)	Madeira / Macaronesian endemic	FORSTER (1789) referred to the common name "Barbusano" for this plant entry. We have not found the name <i>L. nitida</i> Solander in the taxonomic literature. The latter name as published by FORSTER (1789) does not have a description and is therefore a <i>nomen nudum</i> . MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>A. canariensis</i> (Willd.) Nees [accepted name <i>A. babujana</i> (PRESS & SHORT, 1994)]
<i>Argemone mexicana</i> L. (Papaveraceae)	Cape Verde Islands / Non-native	
<i>Arundo donax</i> L. (Poaceae)	Madeira / Non-native	
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L. (Aspleniaceae)	Madeira / Native	
<i>Asplenium marinum</i> L.	Azores / Native	
<i>Asplenium monanthes</i> L. [A. <i>monanthemum</i> Murray]	Madeira / Native	<i>Asplenium monanthemum</i> is a synonym of <i>A. monanthes</i> (MURRAY 1784)
<i>Bidens pilosa</i> L. [<i>Coreopsis leucantha</i> L.] (Asteraceae)	Madeira / Non-native	NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>B. alba</i> var. <i>radiata</i> (Sch.Bip.) Ballard ex Melchert, a taxon belonging to the <i>B. pilosa</i> complex (BALLARD, 1986). In here we follow the classification by SEQUEIRA <i>et al.</i> (2010a)
<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H. Stirt. [<i>Psoralea bituminosa</i> L.] (Fabaceae)	Madeira / Native	
<i>Borago officinalis</i> L. (Boraginaceae)	Azores / Non-native	
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey [Spermacoce <i>verticillata</i> L.] (Rubiaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	

Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Briza maxima</i> L. or <i>B. minor</i> L. [<i>B. media</i> L.] (Poaceae)	Madeira / Native	<i>Briza media</i> does not occur in Madeira and <i>B. maxima</i> and <i>B. minor</i> are the only species of genus found on this island. MENEZES (1922) indicated that this plant entry might refer to <i>B. maxima</i> because it has panicles that are simple or almost simple with large spikelets; however, the short description provided by FOSTER (1789) does not make reference to either the panicles or spikelets
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. [<i>Poinciana pulcherrima</i> L.] (Fabaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi ssp. <i>nepeta</i> [<i>Melissa calamintha</i> L.] (Lamiaceae)	Madeira / Native	<i>Calamintha nepeta</i> is a synonym of <i>M. calamintha</i> (MORALES, 2010), a species that occurs in Madeira. NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>Clinopodium ascendens</i> (Jord.) Samp. under the assumption that <i>C. nepeta</i> was not found on this island
<i>Calendula arvensis</i> L. (Asteraceae)	Madeira / Native	
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop. [<i>C. verna</i> L.] (Plantaginaceae)	Madeira / Native	<i>Callitriche verna</i> [accepted name <i>C. palustris</i> L. (BEAN, 2007)] does not occur in Madeira. <i>Callitriche stagnalis</i> is the only species of the genus found in Madeira
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton [<i>Asclepias gigantea</i> L.] (Apocynaceae)	Cape Verde Islands / Native	
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L. (Sapindaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	
<i>Carduncellus caeruleus</i> (L.) C. Presl [<i>Carthamus caeruleus</i> L.] (Asteraceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native)	
<i>Carica papaya</i> L. (Caricaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Carthamus lanatus</i> L. (Asteraceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native)	
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Azores / Non-native	



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Cenchrus ciliaris</i> L. (Poaceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native)	MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>Pennisetum cenchroides</i> Rich. ex Pers. [accepted name <i>C. ciliaris</i> (DELISLE, 1962)]
<i>Centaurium erythraea</i> ssp. <i>grandiflorum</i> or <i>Centaurium maritimum</i> (L.) Fritsch [<i>Gentiana centaurium</i> L.] (Gentianaceae)	Azores / Native	NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>Centaurium maritimum</i> (L.) Fritsch without any explanation for this taxonomic placement. <i>Gentiana centaurium</i> is a synonym of <i>C. erythraea</i> Rafn (HANELT, 2001), and <i>C. erythraea</i> ssp. <i>grandiflorum</i> occurs in the Azores where it is more abundant than <i>C. maritimum</i> . From the brief morphological description provided by FORSTER (1789) we are not certain to which of this two species this plant entry should be assigned to
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. (Chenopodiaceae)	Madeira / Native	
<i>Cocculus pendulus</i> (J.R. Forst. & G. Forst.) Diels [<i>Epibaterium pendulum</i> J.R. Forst. & G. Forst.] (Menispermaceae)	Cape Verde Islands / Native	
<i>Cocos nucifera</i> L. (Arecaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott. [<i>Arum esculentum</i> L.] (Araceae)	Madeira / Non-native	
<i>Commicarpus helenae</i> (Schult.) Meikle [<i>Boerhavia scandens</i> L.] (Nyctaginaceae)	Madeira / Cape Verde Island native	<i>Boerhavia</i> does not occur in Madeira and NICOLSON & FOSBERG (2004) suggested that this might well refer to material collected in the Cape Verde Islands. MENEZES (1922) also indicated that <i>B. scandens</i> does not occur in Madeira and he tentatively suggested that this plant entry might refer to the cultivated <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd. (Nyctaginaceae) or the non-native <i>Mirabilis divaricata</i> Lowe (accepted name <i>M. jalapa</i> L.) (Nyctaginaceae). The description provided by FORSTER (1789) matches <i>C. helenae</i>
<i>Convolvulus althaeoides</i> L. (Convolvulaceae)	Madeira / Non-native	

Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Madeira / Native	
<i>Corchorus trilocularis</i> L. (Malvaceae)	Cape Verde Islands / Uncertain status (native or non-native)	
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr. [<i>C. virens</i> L.] (Asteraceae)	Azores / Non-native	<i>Crepis virens</i> is a synonym of <i>C. capillaris</i> (THOMPSON, 2007)
<i>Cucurbita pepo</i> L. (Cucurbitaceae)	Madeira / Cultivated	
<i>Cullen americanum</i> (L.) Rydb. [<i>Psoralea americana</i> L.] (Fabaceae)	Madeira / Non-native	
<i>Cupressus sempervirens</i> L. (Cupressaceae)	Madeira / Cultivated	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. [<i>Panicum dactylon</i> L.] (Poaceae)	Madeira / Native	
<i>Cyperus esculentus</i> L. (Cyperaceae)	Azores / Non-native	
<i>Cyperus longus</i> L. [<i>C. compressus</i> L.]	Azores / Non-native	<i>Cyperus compressus</i> does not occur in Azores. NICOLSON & FOSBERG (2004) suggested <i>C. longus</i> as a match for this plant record. Based on the short description provided by FORSTER (1789) we agree with this taxonomic assignment
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler or <i>D. sanguinalis</i> (L.) Scop. [<i>Panicum sanguinale</i> L.] (Poaceae)	Madeira / Non-native	Both <i>D. ciliaris</i> and <i>D. sanguinalis</i> occur in Madeira; however, NICOLSON & FOSBERG (2004) indicated that material collected by Forster in Ascension Island that was labeled as <i>P. sanguinale</i> morphologically matches <i>D. ciliaris</i>
<i>Echium plantagineum</i> L. [<i>E. vulgare</i> L.] (Boraginaceae)	Madeira / Native	NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant record to the Madeiran endemic <i>E. candicans</i> ; however, the plate found at the Gotha Library is for <i>E. plantagineum</i> . <i>Echium vulgare</i> does not occur in Madeira. MENEZES (1922), suggested that this entry is for <i>E. plantagineum</i>



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Emex spinosa</i> (L.) Campd. [<i>Rumex spinosus</i> L.] (Polygonaceae)	Madeira / Native	
<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh. [<i>E. arvense</i> L.] (Equisetaceae)	Madeira / Native	This is the only species of the genus found in Madeira. MENEZES (1922) assigned this plant record to <i>E. maximum</i> auct. non Lam. [accepted name <i>E. telmateia</i> (PRAOA, 1986)]
<i>Erica azorica</i> Hochst. [<i>E. scoparia</i>] (Ericaceae)	Azores / Endemic	This is the only species of the genus found in the Azores
<i>Erica platycodon</i> ssp. <i>maderenicola</i> (D.C. McClint.) Rivas Mart., Capelo, J.C. Costa, Louã, Fontinha, Jardim & Sequeira [<i>E. scoparia</i> L.]	Madeira / Endemic	NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>E. scoparia</i> (Seub.) Franco. We follow the most recent taxonomy and consider that it is referable to <i>E. platycodon</i> ssp. <i>maderenicola</i> (RIVAS-MARTÍNEZ <i>et al.</i> , 2002)
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her. [<i>Geranium cicutarium</i> L.] (Geraniaceae)	Madeira / Native	
<i>Euphorbia peplus</i> L. [as " <i>peplis</i> "] (Euphorbiaceae)	Madeira / Native	MENEZES (1922) assigned <i>E. peplis</i> to this plant record; however, the Madeiran native <i>E. peplis</i> L. [accepted name <i>Chamaesyce peplis</i> (L.) Prokh. (BENEIOI, 1997)] is an uncommon species found only in Porto Santo and it is unlikely that the entry refers to this species
<i>Euphorbia piscatoria</i> Aiton [<i>E. characias</i> L.]	Madeira / Endemic	<i>Euphorbia characias</i> does not occur in Madeira but the morphological description provided by FORSTER (1789) matches <i>E. piscatoria</i>
<i>Euphorbia prostrata</i> L. [<i>E. polygonifolia</i> L.]	Cape Verde Islands / Non-native	<i>Euphorbia polygonifolia</i> was reported to the Cape Verde Islands by FORSTER (1789); however, this species does not occur in the archipelago and we believe that it refers to <i>E. prostrata</i>
<i>Ficus carica</i> L. (Moraceae)	Madeira / Cultivated	
<i>Fragaria vesca</i> L. (Rosaceae)	Madeira / Native	
<i>Galactites tomentosa</i> Moench [<i>Centaurea galactites</i> L.] (Asteraceae)	Madeira / Native	<i>Centaurea galactites</i> is a synonym of <i>G. tomentosa</i> (JARVIS & TURLAND, 1998)

Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Gladiolus italicus</i> Mill. [<i>G. communis</i> L.] (Iridaceae)	Madeira / Non-native	<i>Gladiolus communis</i> does not occur in Madeira but <i>G. italicus</i> is an ornamental that has escaped from cultivation and has a widespread distribution in several parts of the island (VIEIRA, 2002). MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>G. segetum</i> Ker Gawl. [accepted name <i>G. italicus</i> (ALONSO & CRESPO, 2013)]
<i>Globularia salicina</i> Lam. [<i>Alypum longifolium</i>] (Globulariaceae)	Madeira / Macaronesian endemic	FORSTER (1789) referred to <i>Alypum</i> as a new genus described by Solander; however, this genus was described in 1812 as <i>Alypum</i> Fisch. (Globulariaceae). We have not been able to find the name <i>A. longifolium</i> in the taxonomic literature. NICOLSON & FOSBERG (2004) suggested that <i>Globularia alypum</i> L. might occur in Madeira. However the latter species is not found on this island
<i>Gomphocarpus fruticosus</i> (L.) W.T. Aiton [<i>Asclepias fruticosa</i> L.] (Apocynaceae)	Madeira / Non-native	NICOLSON & FOSBERG (2004) accepted <i>A. fruticosa</i> ; however, we follow here the taxonomy of MENEZES (1922) and SEQUEIRA <i>et al.</i> (2010a) and accept <i>G. fruticosus</i>
<i>Gossypium hirsutum</i> L. [<i>G. arboreum</i> L.] (Malvaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Grewia villosa</i> Willd. [<i>G. asiatica</i> L.] (Malvaceae)	Cape Verde Islands / Uncertain status (native or non-native)	
<i>Huperzia dentata</i> (Herter) Holub or <i>H. suberecta</i> (Lowe) Tardieu [<i>Lycopodium plumosum</i> L.] (Lycopodiaceae)	Azores / Macaronesian endemic	<i>Lycopodium plumosum</i> [accepted name <i>Selaginella plumosa</i> (L.) Presl (TRYON & TRYON, 1982)] does not occur in the Azores. NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>Diphasiastrum madeirense</i> (J.H. Wilce) Holub; however, based on the morphological description by FORSTER (1789) it appears that this plant entry refers to <i>H. dentata</i> or <i>H. suberecta</i>
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf [<i>Andropogon hirtus</i> L., as "hirtum"] (Poaceae)	Madeira / Native	
<i>Hypericum humifusum</i> L. (Clusiaceae)	Azores / Native	



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Azores / Non-native	
<i>Hypochoeris radicata</i> L. [as " <i>Hypocharis</i> "] (Asteraceae)	Azores / Non-native	
<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit. [<i>Prunella vulgaris</i> L.] (Lamiaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	<i>Prunella vulgaris</i> does not occur in the Cape Verde Islands. It might refer to <i>H. pectinata</i>
<i>Indigofera tinctoria</i> L. (Fabaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet [<i>Convolvulus mucronatus</i> G. Forst.] (Convolvulaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br. ssp. <i>brasilensis</i> (L.) Ooststr. [<i>Convolvulus brasilensis</i> L.]	Cape Verde Islands / Native	
<i>Isatis tinctoria</i> L. (Brassicaceae)	Madeira / Non-native	MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>I. praecox</i> Kit. ex Tratt.; however, PRESS & SHORT (1994) indicated that records of <i>I. praecox</i> from Madeira refer to <i>I. tinctoria</i>
<i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Juncus articulatus</i> L. (Juncaceae)	Madeira / Native	MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>J. lampocarpus</i> Hoffm. [accepted name <i>J. articulatus</i> (ROMERO ZARCO, 2010)]
<i>Kickxia elegans</i> (G. Forst.) D.A. Sutton [<i>Antirrhinum spurium</i> L.] (Plantaginaceae)	Madeira / Cape Verde Island endemic	This species does not occur on Madeira and it is found on the Cape Verde Islands. It is likely that this record refers to <i>K. elegans</i> that was mistakenly reported from Madeira by FORSTER (1789). SUTTON (1988) suggested that the material from the Cape Verdes and Madeira was erroneously mixed up when it was processed
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort. [<i>Antirrhinum elegans</i> G. Forst.]	Cape Verde Islands / Madeiran native	This species does not occur on the Cape Verdes and it is found on Madeira. It is likely that this record refers to <i>K. spuria</i> . SUTTON (1988) suggested that the material from the Cape Verdes and Madeira was erroneously mixed up by the Forsters when it was processed

Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Lagenaria siceraria</i> (Mol.) Standl. [<i>Cucurbita lagenaria</i> L.] (Cucurbitaceae)	Madeira / Cultivated	<i>Cucurbita lagenaria</i> is a synonym of <i>L. siceraria</i> (TEPPNER, 2004)
<i>Lathyrus sativus</i> L. (Fabaceae)	Madeira / Non-native	
<i>Laurus novocanariensis</i> Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Días, J.C. Costa & C. Aguiar [<i>L. nobilis</i> L.] (Lauraceae)	Madeira / Macaronesian endemic	NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>L. azorica</i> (Seub.) Franco. We follow the most recent taxonomy and consider that this species refers to <i>L. novocanariensis</i> (SEQUEIRA <i>et al.</i> , 2010a). This is the only species of the genus occurring in Madeiran forests. MENEZES (1992) suggested that this plant record refers to <i>L. canariensis</i> Webb & Berthel. [accepted name <i>L. novocanariensis</i> (RIVAS-MARTÍNEZ <i>et al.</i> , 2002)]
<i>Lepidium ruderale</i> L. (Brassicaceae)	Madeira / Non-native	MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>L. virginicum</i> L. However, FORSTER's (1789) description refers to a plant that has flowers without petals, a feature found in <i>L. ruderale</i> that it is not present in <i>L. virginicum</i>
<i>Linum bienne</i> Mill. or <i>L. usitatissimum</i> L. [<i>L. perenne</i> L.] (Linaceae)	Madeira / Native (<i>L. bienne</i>) or cultivated (<i>L. usitatissimum</i>)	<i>Linum perenne</i> does not occur in Madeira and NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned <i>L. bienne</i> to this plant entry; however, based on the brief morphological description provided by FORSTER (1789), this record could also refer to <i>L. usitatissimum</i> . MENEZES (1922) suggested that this plant record referred to <i>L. angustifolium</i> Huds. [accepted name <i>L. usitatissimum</i> ssp. <i>angustifolium</i> (Huds.) Thell (DIEGERICHSEN & RICHAROS, 2003)]
<i>Lotus angustissimus</i> L. [as " <i>angustissimus</i> ?"] (Fabaceae)	Azores / Non-native	NICOLSON & FOSBERG (2004) mistakenly assigned this entry to the Cape Verde Islands
<i>Lotus jacobaeus</i> L. [as " <i>iacobaeus</i> "]	Cape Verde Islands / Endemic	
<i>Lupinus luteus</i> L. (Fabaceae)	Azores / Non-native	
<i>Lythrum hyssopifolia</i> L. (Lythraceae)	Madeira / Native	
<i>Malva sylvestris</i> L. [M. mauritiana L., as " <i>mauritiana</i> ?"] (Malvaceae)	Azores / Non-native	<i>Malva mauritiana</i> is a synonym of <i>M. sylvestris</i> (NOGUEIRA & PAIVA, 1993)



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr. [<i>Malva spicata</i> L.] (Malvaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	
<i>Manihot esculenta</i> Crantz [<i>Jatropha manihot</i> L.] (Euphorbiaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Medicago polymorpha</i> L. (Fabaceae)	Madeira / Non-native	MENEZES (1922) assigned this plant record to <i>M. hispida</i> ssp. <i>pentacycla</i> (DC.) Urb. [accepted name <i>M. polymorpha</i> (SALES & HEDGE, 2000)]
<i>Melissa officinalis</i> L. (Lamiaceae)	Madeira / Non-native	
<i>Mentha pulegium</i> L. (Lamiaceae)	Azores / Native	
<i>Mentha pulegium</i>	Madeira / Native	
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. [<i>M. rotundifolia</i> (L.) Huds.]	Azores / Non-native	<i>Mentha x rotundifolia</i> does not occur in the Azores
<i>Mentha suaveolens</i> [<i>M. x rotundifolia</i>]	Madeira / Native	<i>Mentha x rotundifolia</i> does not occur in Madeira
<i>Mercurialis annua</i> L. or <i>M. ambigua</i> L.f. [<i>M. ambigua</i>] (Euphorbiaceae)	Madeira / Native	MENEZES (1922) and NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>M. ambigua</i> , a species that is morphologically similar to <i>M. annua</i> (GÜEMES, 1997). Based on the short description provided by FORSTER (1789) we are not certain to which of these two species this plant entry refers to
<i>Momordica charantia</i> L. (Cucurbitaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	
<i>Musa × paradisiaca</i> L. (Musaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Musa × paradisiaca</i>	Madeira / Cultivated	
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill. or <i>M. secunda</i> Al. Murray [<i>M. scorpioides</i> L.] (Boraginaceae)	Madeira / Native	<i>Myosotis scorpioides</i> does not occur in Madeira. PRESS & SHORT (1994) considered that FORSTER's (1789) record of this species for Madeira is for <i>M. secunda</i> . In contrast, MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>M. intermedia</i> Link [accepted name <i>M. arvensis</i> (VALDÉS, 2012)]; however, the latter is a rare species in Madeira (PRESS & SHORT, 1994)

Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Myrtus communis</i> L. [<i>M. communis</i> (<i>lusitanica</i>)] (Myrtaceae)	Madeira / Native	
<i>Nerium oleander</i> L. (Apocynaceae)	Azores / Non-native	
<i>Nigella damascena</i> L. (Ranunculaceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native)	
<i>Ocimum basilicum</i> L. (Lamiaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	
Onagraceae sp. [<i>Epilobium angustifolium</i> L.]	Madeira / Unknown	<i>Epilobium angustifolium</i> does not occur in Madeira and none of the species of this genus found in Madeira have zygomorphic flowers [as indicated by FORSTER (1789)]
Onagraceae sp. [<i>Epilobium montanum</i> L.]	Madeira / Unknown	MENEZES (1922) and NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant record to <i>Epilobium parviflorum</i> Schreb.; however, the morphological description provided by FORSTER (1789) is very short and vague and we are not certain to which taxon he was referring to
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>virens</i> (Hoffmanns. & Link) letsw. [<i>O. creticum</i> L.] (Lamiaceae)	Madeira / Native	<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>virens</i> is the only taxon of the genus that occurs in Madeira. <i>Origanum creticum</i> is a synonym of <i>O. vulgare</i> (LETSWAART, 1980). MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>O. virens</i> Hoffmanns. & Link
<i>Ornithopus perpusillus</i> L. (Fabaceae)	Azores / Non-native	
<i>Piptatherum miliacea</i> (L.) Coss. [<i>Agrostis miliacea</i>] (Poaceae)	Madeira / Non-native	MENEZES (1922) and NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned <i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Asch. & Schweinf. to this plant entry; however, we follow the taxonomy of SEQUEIRA <i>et al.</i> (2010a)
<i>Persea indica</i> (L.) Spreng. [<i>Laurus indica</i> L.] (Lauraceae)	Madeira / Macaronesian endemic	FORSTER (1789) used the common name "Vinhatico" to refer to this plant entry
<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass. [<i>Conyza saxatilis</i> L.] (Asteraceae)	Madeira / Native	
<i>Phoenix dactylifera</i> L. (Arecaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	This record might well refer to <i>P. atlantica</i> A. Chev., a Cape Verde Island endemic species (HENDERSON <i>et al.</i> , 2006)



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Physalis peruviana</i> L. (Solanaceae)	Azores / Non-native	
<i>Picris echinoides</i> L. (Asteraceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native)	NICOLSON & FOSBERG (2004) suggested <i>Helminthoteca echinoides</i> (L.) Holub for this plant entry. In here we follow MENEZES (1922) and SEQUEIRA <i>et al.</i> (2010a) and accept <i>P. echinoides</i>
<i>Plagiochasma rupestre</i> (J.R. Forst. & G. Forst.) Stephani [<i>Aytonia rupestris</i> J.R. Forst. & G. Forst., as " <i>Aitonia</i> "] (Aytoniaceae)	Madeira / Native	
<i>Plantago lagopus</i> L. (Plantaginaceae)	Madeira / Native	
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Madeira / Native	
<i>Podaxis pistillaris</i> (L.) Fr. (Basidiomycota, Agaricaceae) [<i>Clavaria pistillaris</i> L. (Basidiomycota, Clavariaceae)]	Cape Verde Islands/ Uncertain status (native or non-native)	<i>Clavaria pistillaris</i> [accepted name <i>Clavariadelphus pistillaris</i> (L.) Donk (CABI, 2015)] does not occur in the Cape Verde Islands. Tentatively we have assigned this fungus record to <i>P. pistillaris</i>
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L. (Caryophyllaceae)	Azores / Non-native	
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	Madeira / Native	
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i> (L.) Hilliard & Burt (Asteraceae)	Azores / Native	
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	Madeira / Native	
<i>Psidium guajava</i> L. [<i>P. pyriferum</i> L.] (Myrtaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn [<i>Pteris aquilina</i> L.] (Dennstaedtiaceae)	Azores / Native	
<i>Pycnus flavesces</i> (L.) Rchb. [<i>Cyperus flavesces</i> L.] (Cyperaceae)	Madeira / Native	

Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Reseda luteola</i> L. (Resedaceae)	Azores / Non-native	
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott [<i>R. fruticosus</i> L.] (Rosaceae)	Madeira / Native	NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>R. bollei</i> Focke; however, they were not certain of this taxonomic assignment. <i>Rubus fruticosus</i> has been considered a synonym of <i>R. ulmifolius</i> (MONASTERIO-HUELIN, 1998), the latter occurs in Madeira; therefore we selected this name for this plant entry
<i>Ruta chalepensis</i> L. [<i>R. graveolens</i> L.] (Rutaceae)	Madeira / Native	<i>Ruta chalepensis</i> is the only species of the genus occurring in Madeira
<i>Saccharum officinarum</i> L. (Poaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Sanguisorba verrucosa</i> (Link ex G. Don) Ces. [<i>Poterium sanguisorba</i> L.] (Rosaceae)	Madeira / Native	This is the only species of <i>Sanguisorba</i> found in Madeira. <i>Poterium sanguisorba</i> [accepted name <i>S. minor</i> Scop. (NAVARRO & MUÑOZ GARMENDIA, 1998)] does not occur in Madeira. MENEZES (1922) listed this taxon at subspecific rank as <i>S. minor</i> ssp. <i>verrucosa</i> (Link ex G. Don) Cout.
<i>Saponaria officinalis</i> L. (Caryophyllaceae)	Madeira / Non-native	
<i>Scabiosa atropurpurea</i> L. [<i>S. columbaria</i> L.] (Dipsacaceae)	Madeira / Non-native	<i>Scabiosa atropurpurea</i> is the only species of the genus found on this island. MENEZES (1922) assigned this plant entry to <i>S. maritima</i> L. [accepted name <i>S. atropurpurea</i> (DEVESA, 2007)]
<i>Scorpiurus vermiculatus</i> L. (Fabaceae)	Madeira / Native	
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link [<i>Cassia occidentalis</i> L.] (Fabaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. (Aizoaceae)	Cape Verde Islands / Native	
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult. [<i>Panicum glaucum</i> L.] (Poaceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native)	<i>Panicum glaucum</i> does not occur in Madeira. NICOLSON & FOSBERG (2004) suggested <i>S. pumila</i> as a match for this plant record. Based on the short description provided by FORSTER (1789) we agree with this taxonomic assignment. MENEZES (1922) mistakenly indicated that " <i>Setaria (Panicum) glauca</i> " is a common species in Madeira



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Sherardia arvensis</i> L. (Rubiaceae)	Azores / Non-native	
<i>Sibthorpia peregrina</i> L. [<i>Disandra prostrata</i> L.] (Scrophulariaceae)	Madeira / Endemic	<i>Disandra prostrata</i> is a synonym of <i>S. peregrina</i> (Rico, 2009). MENEZES (1922) assigned this plant record to <i>S. peregrina</i>
<i>Sida rhombifolia</i> L. [<i>S. rhombifolia</i> ?] (Malvaceae)	Cape Verde Islands / Uncertain status (native or non-native)	
<i>Silene gallica</i> L. (Caryophyllaceae)	Madeira / Native	
<i>Silene inaperta</i> L.	Madeira / Native	
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke [<i>Cucubalus behen</i> L.]	Madeira / Native	<i>Cucubalus behen</i> is a synonym of <i>S. vulgaris</i> (TALAVERA, 1990). MENEZES (1922) assigned this record to " <i>Silene venosa</i> (Gilb.) Aschers var. <i>vulgaris</i> Lowe". However, we have not found this name in the taxonomic literature we have consulted. We assume that MENEZES (1922) was referring to <i>S. inflata</i> var. <i>vulgaris</i> Lowe [accepted name <i>S. vulgaris</i> (TALAVERA, 1990)]
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop. [<i>Erysimum officinale</i> L.] (Brassicaceae)	Madeira / Native	
<i>Solanaceae</i> sp. [<i>Solanum dulcamara</i> L.]	Madeira / Unknown	NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant record to <i>Normania triphylla</i> (Lowe) Lowe [accepted name: <i>Solanum trisetum</i> Dunal (BOHS & OLMSTEAD, 2001)]. However this is a very rare Madeiran endemic. <i>Solanum dulcamara</i> does not occur neither in Madeira nor in the Cape Verdes and its presence in the Azores is questionable. MENEZES (1922) suggested that this plant entry might refer to <i>S. jasminoides</i> J. Paxton, a species that is cultivated in Madeira as a garden plant and that he claimed to belong to <i>Solanum</i> sect. <i>Dulcamara</i>
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Madeira / Cultivated	The common name "tomatos" is referred to this plant entry by FORSTER (1789)
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Azores / Non-native	
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	Madeira / Non-native	

Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Spartium junceum</i> L. (Fabaceae)	Azores / Non-native	
<i>Tamarindus indica</i> L. (Fabaceae)	Cape Verde Islands / Cultivated	
<i>Tamarix senegalensis</i> Willd. [<i>T. gallica</i> L.] (Tamaricaceae)	Cape Verde Islands / Native	This is the only species of the genus occurring on the Cape Verde Islands
<i>Teucrium betonicum</i> L'Hér. [<i>T. canescens</i> G. Forst.] (Lamiaceae)	Madeira / Endemic	<i>Teucrium canescens</i> was published as a new species by FORSTER (1789). However, L'HÉRITIER (1788) published an earlier name for this species
<i>Thlaspi arvense</i> L. (Brassicaceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native)	
<i>Thlaspi arvense</i> L. or <i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv. [<i>Thlaspi peregrinum</i> L.] (Brassicaceae)	Madeira / Uncertain status (native or non-native) (<i>T. arvense</i>) or non-native (<i>L. maritima</i>)	<i>Thlaspi peregrinum</i> L. [accepted name <i>Aethionema saxatile</i> (L.) R.Br. (CAFFERTY & JARVIS, 2002)] does not occur in Madeira. NICOLSON & FOSBERG (2004) assigned this plant entry to <i>T. arvense</i> , the only member of the genus occurring in Madeira; however, from the morphological description (<i>foliis lanceolatis integerrimis</i>) provided by FORSTER (1789) this plant entry might also refer to individuals of <i>L. maritima</i> with almost lanceolate leaves
<i>Tribulus cistoides</i> L. [<i>T. terrestris</i> L.] (Zygophyllaceae)	Cape Verde Islands / Non-native	<i>Tribulus cistoides</i> and <i>T. terrestris</i> occur in the Cape Verde Islands; however, both NICOLSON & FOSBERG (2004) and ROMEIRAS <i>et al.</i> (2014) assigned this plant entry to <i>T. cistoides</i>
<i>Trichodesma africanum</i> (L.) Sm. [<i>Borago tristis</i> G. Forst.] (Boraginaceae)	Cape Verde Islands / Native	
<i>Trifolium angustifolium</i> L. (Fabaceae)	Madeira / Native	
<i>Trifolium arvense</i> L.	Azores / Native	
<i>Trifolium repens</i> L.	Madeira / Native	
<i>Verbena officinalis</i> L. (Verbenaceae)	Azores / Non-native	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. ssp. <i>anagallis-aquatica</i> [<i>V. anagallis</i> L.] (Plantaginaceae)	Madeira / Native	<i>Veronica anagallis</i> (published by Linnaeus as " <i>V. anag. V.</i> ") is a synonym of <i>V. anagallis-aquatica</i> (MARTÍNEZ ORTEGA <i>et al.</i> , 2009)



Taxon ^a	Record provenance based on Forster's (1789) account / Actual biogeographical status of determined species	Notes
<i>Vicia sativa</i> L. (Fabaceae)	Azores / Non-native	
<i>Withania somnifera</i> (L.) Dunal [<i>Physalis somnifera</i> L.] (Solanaceae)	Cape Verde Islands / Uncertain status (native or non-native)	

^a Names provided by FORSTER (1789) are shown inside square parenthesis.

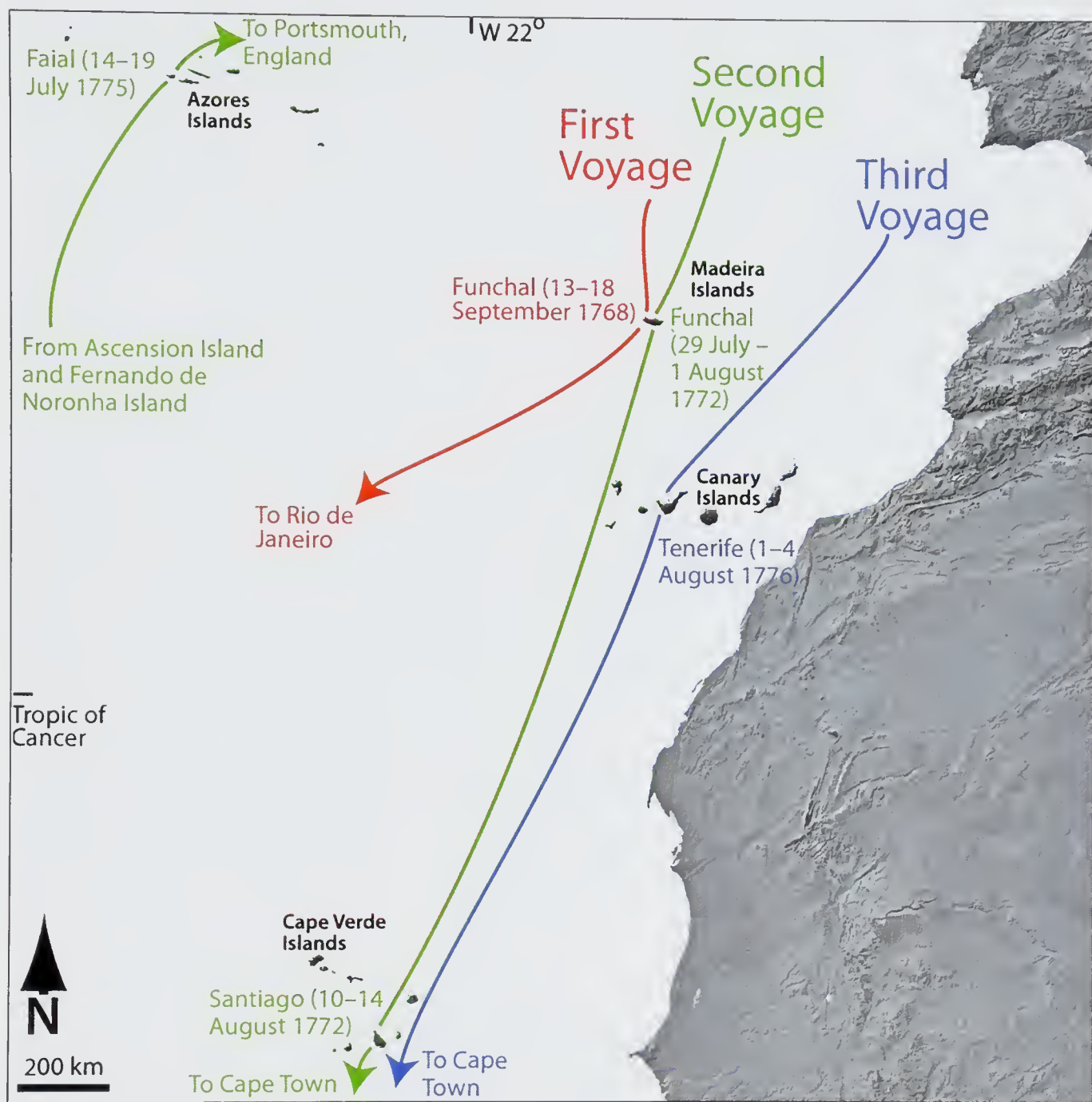


Figure 1.- Visits made to Macaronesia by Captain James Cook during his three voyages. Dates from COOK (1777), COOK & KING (1784), and BEAGLEHOLE (1962). Notice that the trajectory shown for the first voyage does not represent the actual route followed by *The Endeavour* as after leaving the island of Madeira she sailed between Tenerife and Gran Canaria and navigated close to the island of São Nicolau (Cape Verde Islands).



Figure 2.- Replica of *The Endeavour* sailing on Australian water. Image copyright of the Australian National Maritime Museum.



Figure 3.- Participants from the first voyage of Captain Cook as celebrated in stamps from Australia. Clockwise, starting in left top corner: Sydney Parkinson, Sir Joseph Banks, Captain James Cook, and Daniel Solander. Stamps of Parkinson and Banks were issued in 1986 as part of series of six stamps to celebrate the Australia bicentenary. The stamp showing Captain Cook was issued in 1966 as part of a series of 11 stamps to celebrate the contributions of six famous early navigators who explored Australia. The stamp depicting Solander was issued in 2001 and belongs to a series of two stamps that were jointly issued by Australia and Sweden.

Plants of Madeira

N.B. the mark of a star* in the margin signifies that the plant so marked is not wild but cultivated. a cross† that for want of opportunity the plant could not certainly be determined.

Monandria

Canna indica Lin. Bananeira brava. Centeira preta

* *Amomum Zingiber* Lin.

Callitriche verna Lin.

Diandria

* *Nyctanthes sambac* Lin. Flores plenas

* *Jasminum officinale* Lin.

* - - - - *Grandiflorum* Lin.

† *Olea europaea* Lin.

Veronica anagallis Lin.

Verbena officinalis Lin.

* *Rosmarinus officinalis* Lin.

* *Salvia officinalis* Lin.

Triandria

Glaucolus communis Lin. Alho bravo.

Iris

Cyperus rotundus Lin.

- - - - *flavescens* Lin.

Scirpus setaceus Lin.

* *Saccharum officinarum* Lin.

Phalaris canariensis Lin.

- - - - *oblongata* Mss.

Panicum junceum. Mss. Gramma

Figure 4.- First page of the 13 page manuscript that lists the plants recorded in Madeira by Banks and Solander during the first voyage of Captain Cook (Document Series 03, CY 3006 / 40). The whole document was transcribed by BEAGLEHOLE (1962). Image copyright of the State Library of New South Wales, Australia.

PRIMITIÆ
FLORÆ MADERENSIS,
sive
GATALOGUS
PLANTARUM
in
INSULA
MADERA
A.C. MDCCLXVIII, diebus 13-18 Septembris
collectarum.

Figure 5.- Cover page of the unpublished document produced by Solander that has a list of plants growing on Madeira based on material collected during Cook's first voyage and including reference to the works of Plukenet and Sloane. Image copyright of the Natural History Museum of London.



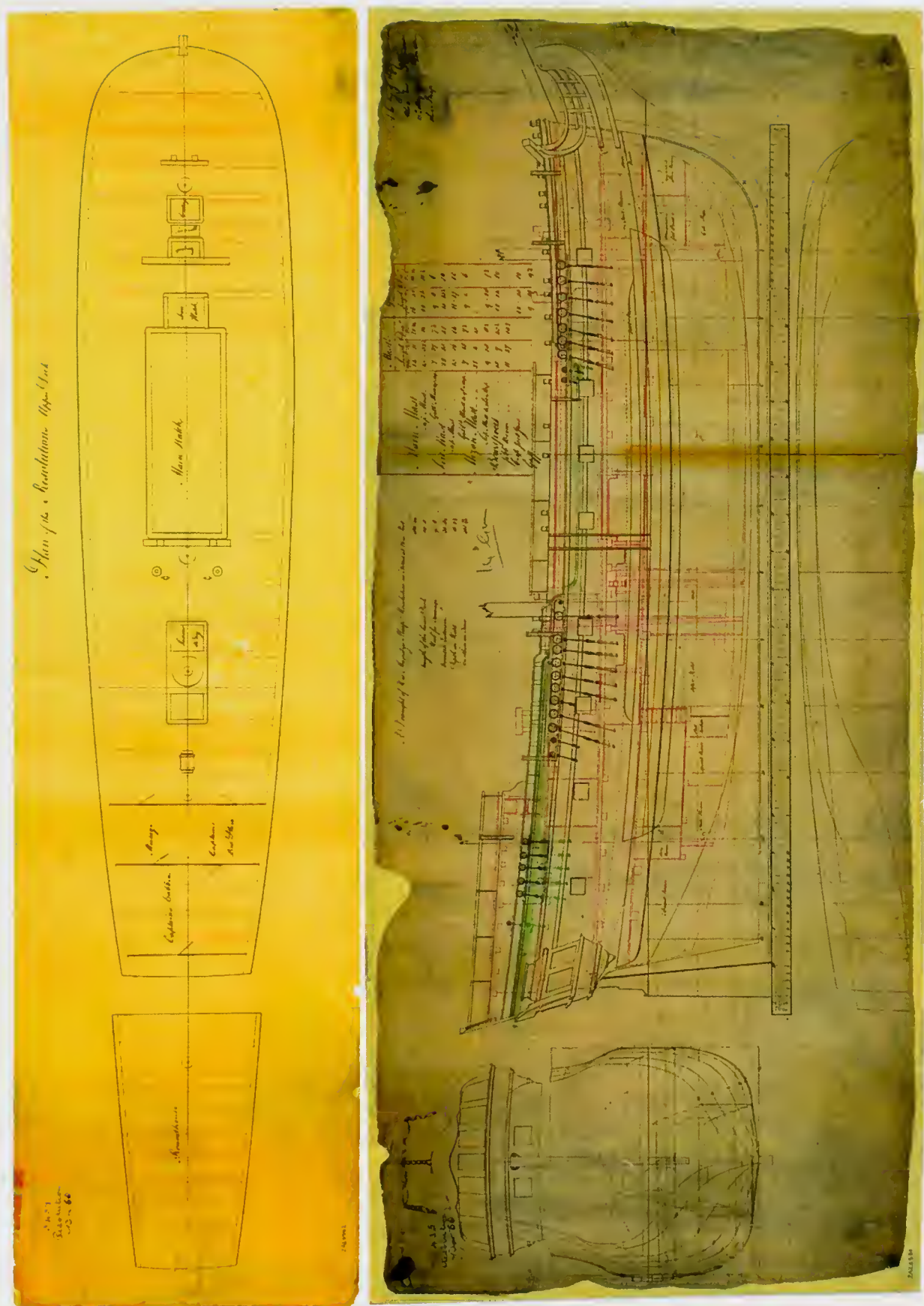
Figure 6.- Watercolor of *Ilex canariensis* Poir. (Aquifoliaceae) made by Sydney Parkinson in 1768, based on material recorded in Madeira during the first voyage of Captain Cook. Image copyright of the Natural History Museum of London.



Figure 7.- Watereolor of *Ilex perado* Aiton (Aquifoliaceae) made by Sydney Parkinson in 1768, based on material recorded in Madeira during the first voyage of Captain Cook. Image copyright of the Natural History Museum of London.



Figure 8.- Watercolor of *Lavandula pinnata* L.f. (Lamiaceae) made by Sydney Parkinson based on material recorded in Madeira during the first voyage of Captain Cook. Image copyright of the Natural History Museum of London.





Cryptogamia Algr.

74. AYTONIA.



Monoccia Hexandria.

54. EPIBATERIUM.



Figure 10.- Macaronesian botany during the second voyage of Captain James Cook. Clockwise, starting in left top corner: Portrait of Johann Reinhold Forster (ca. 1800) as clay medallion on green dip Jasper from a model made by Joachim Smith (c. 1737-1814) [see BERTSCHINGER (2004) for additional details concerning this portrait]. A specimen of *Forstera sedifolia* G. Forst. (Stylidiaceae) can be seen on coat pocket. The genus was originally named by Linnaeus fil. to honor the Forsters. Image copyright of the State Library of New South Wales, Australia. Portrait of George Forster, unknown author [see BERTSCHINGER (2004) for additional details concerning the author of this canvas painting]. Image copyright of the Weltkulturen Museum, City of Frankfurt/Main, Germany. Illustrations (apparently from material collected in Macaronesia) published by FORSTER & FORSTER (1775) as part of their descriptions for *Epibaterium pendulum* J.R. Forst. & G. Forst. [accepted name *Cocculus pendulus* (J.R. Forst. & G. Forst.) Diels (Menispermaceae)] and *Aytonia rupestris* J.R. Forst. & G. Forst. [accepted name *Plagiochasma rupestre* (J.R. Forst. & G. Forst.) Stephani (Aytoniaceae)]. The two plant illustrations are reproduced by courtesy of the Linnean Society of London.

201
Aug 79



PSORALEA americana L.
repanda.

Americana H. Atlant. in America. Botting 9p. 1774.
Americana L. (P. repanda) 1773.

6. (Sketches Aug 3 1772.
Painted Feb 25 1773.
G. Forster.

Figure 11.- Watercolor of *Cullen americanum* (L.) Rydb. (Fabaceae) made by George Forster (sketched on August 3, 1772, painted on February 25, 1773), based on material recorded in Madeira during the second voyage of Captain Cook. Image copyright of the Natural History Museum of London.



Echium plantagineum L.

I. 8

Figure 12.- Watercolor of *Echium plantagineum* L. (Boraginaceae) made by George Forster (Sketched August 3, 1772, painted on February 20, 1773), based on material recorded in Madeira during the second voyage of Captain Cook. Image copyright of the Gotha Library, Thuringia, Germany.

Borago trifida L.



G. Forster del.

Figure 14.- Waterecolor of *Trichodesma africanum* (L.) Sm. (Boraginaceae) made by George Forster, based on material recorded in the Cape Verde Islands during the second voyage of Captain Cook. Image copyright of the Gotha Library, Thuringia, Germany.

El papel de la conectividad restringida en la construcción de los ecosistemas marinos semiaislados: el ejemplo de las lagunas costeras y los archipiélagos

Pérez-Ruzafa, A.

Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia
Campus de Espinardo. 30100 Murcia, España
angelpr@um.es

TEXTO DEL DISCURSO DE INGRESO COMO ACADÉMICO CORRESPONDIENTE DE LA
REAL ACADEMIA CANARIA DE CIENCIAS, PRONUNCIADO EL 11 DE DICIEMBRE DE 2014

Palabras clave: conectividad, termodinámica, archipiélagos, islas, lagunas costeras, diversidad, ecosistemas marinos

Keywords: connectivity, thermodynamics, archipelagos, islands, coastal lagoons, diversity, marine ecosystems

1. PREÁMBULO

Excelentísimo Señor Presidente,
Ilustrísimo Señor Secretario,
Ilustrísimas Señoras e Ilustrísimos Señores Académicos,
Excelentísimas e Ilustrísimas Autoridades,
Señoras y Señores,

Quiero, ante todo, expresar mi agradecimiento a los Ilustrísimos Académicos y amigos que propusieron mi candidatura como académico correspondiente de esta Institución, Juan José Bacallado Aránega, Wolfredo Wildpret de la Torre, su presidente José Manuel Méndez Pérez, y a todos los que apoyaron dicha propuesta. Mi vinculación con Canarias va mucho más allá de lo profesional y, aunque los motivos que me trajeron a las islas estuvieron relacionados con mi necesidad de recibir una adecuada formación científica, las consecuencias hunden sus raíces profundamente en lo personal y afectivo.

Estar aquí, ahora, rodeado de académicos entre los que reconozco a mis maestros y amigos, que me acogieron en esta tierra cuando empezaba a descubrir la ciencia y a los que admiro desde entonces, es un privilegio que me llena de orgullo y me abruma. Llegué a La Laguna, por primera vez, en septiembre de 1978, buscando formarme en Biología Marina. Mi ilusión era poder llegar a hacer mi tesis doctoral sobre el Mar Menor, un enclave singular y entrañable de mi tierra, por el que mi padre sentía un sentimiento difícil de describir y por el que mi abuelo había luchado para salvarlo de los vertidos mineros en la década de 1950, una época en la que ni el ecologismo ni la ecología estaban siquiera recogidos en el diccionario de la lengua española. De esa época quedaba por mi casa una carpeta con la etiqueta “*El Mar Menor en peligro*” en la que se recogía la documentación del proceso.

Inicié mis estudios con la primera promoción de Biología de Murcia y, cuando anuncié en tercero que los dos últimos años de carrera los haría en Universidad de La Laguna, mis compañeros pensaban que cometía un error porque estaba renunciando a una colocación casi segura en alguno de los nuevos departamentos que se creaban a medida que avanzaba la carrera. La verdad es que nunca ha sido fácil hacerse un hueco en la investigación y vivir de ello, pero jamás me arrepentí de mi decisión. A pesar del desengaño climático al que aludía el Dr. Bacallado, manteniendo mi óptimo ecológico rondando los 40°C, propios de mi tierra murciana, ahora, sin embargo, no podría prescindir de experimentar de tanto en cuando ese fresquico lagunero, que el cambio climático amenaza con malograr.

Eran años convulsos y de transición política y académica. Hice mi primera visita al departamento de Zoología y Biología Marina en “la nevera“, en los sótanos de la antigua Facultad de Ciencias, pero empecé el curso inaugurando prácticamente el nuevo edificio de la flamante Facultad de Biología -hoy ya antigua y algo resignada- entre huelgas y manifestaciones, reclamando un puente para cruzar la autopista. Fueron años inolvidables, de discusión de nuevos planes de estudio, la creación de las especialidades, mi primera beca de investigación para trabajos en verano dirigida por el profesor D. Fernando Lozano Cabo,... Los 10 años de solera que ya acumulaba la titulación y la heterogeneidad del profesorado y del alumnado, eran un caldo de cultivo idóneo para despertar a la ciencia. Unos de aquí pero formados en facultades de fuera aún más antiguas, otros de fuera asentados largo tiempo aquí, muchos de paso en busca de una promoción profesional, pero dejando aquí su poso, alumnos de todas partes atraídos por lo específico de las enseñanzas en Biología Marina.

Los compañeros me hicieron sentir como en casa, y no quiero dejar de recordar a Ignacio (Nacho) Lozano, que no solo me brindó su amistad de canario que no renuncia a su sangre peninsular, sino que también me dio acceso a la biblioteca de su padre. Un auténtico lujo. Con él compartí entonces trabajos de curso y he colaborado después en proyectos de investigación europeos. Los que le conocimos siempre echaremos de menos su entusiasmo por la biología y por la vida en todos sus aspectos.

Luego vino el rugby universitario, en el que se reforzó la amistad con Nacho y en el que surgieron otras, como la de Eduardo Balguerías, actual Director del Instituto Español de Oceanografía (IEO). Era la nuestra una facultad en la que se vivía la Biología y el Espíritu Universitario en toda su dimensión.

Pero si alguien ha mantenido mi vínculo científico con Canarias ha sido el Dr. Juan José Bacallado, “Checho”, mi director de la tesina. ¿Puede existir una aleación más per-

fecta e indivisible entre el rigor científico más profundo y el desenfado más irreverente? Miedo me da no rematar cada frase de este discurso con el consabido “y dos piedras”. Estaba Checho entonces ideando el Plan de Bentos para el Archipiélago Canario y, cuando fui a verle a su despacho para decirle que quería hacer una tesina con él, me encargó el grupo de las holoturias. Regalo envenenado, por el que siempre le estaré agradecido. Como ya dije en mi toma de posesión como Académico de Número de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia, “Checho es el último de los naturalistas enciclopédicos, especialista en mariposas nocturnas que ha removido el mundo de la Biología Marina en Canarias y la Macaronesia, sin haberse mojado en la vida los pies en el mar, pero estando siempre a pie de agua. Ahora es como un hermano mayor con el que aún mantengo largas conversaciones, excursiones por la laurisilva, expediciones científicas de Galápagos a la Macaronesia y colaboraciones” en las que siempre aprendo de él mucho más de lo que yo pueda aportarle.

Las campañas de Checho han sido tan productivas en lo científico como alimentando la amistad con los mejores especialistas y personas, como Alberto Brito, Leopoldo Moro, Candelaria Gil, Jesús Ortea, Fátima Hernández, Jesús Falcón, Tomás Cruz, Alejandro de Vera, Manuel Caballer, José Carlos Hernández, Sabrina Clemente y una larga lista de compañeros y colegas con idénticas ilusiones y auténtica devoción por la biología marina, la ecología y los estudios taxonómicos y puestas al día de la biodiversidad insular.

Pero como decía antes, mis vínculos con Canarias sobrepasan lo científico y se hunden en lo esencial en mi vida, mi familia. Conocí a Concepción Marcos (Conchi), mi mujer, en el X Curso de Estudios Canarios y en la propia Facultad, el mismo año que llegué a La Laguna; desde entonces mi vida y mi carrera científica no se entienden sin ella. Nunca podré compensar todo lo que me ha dado, incluyendo mis tres hijos y su sacrificio continuo por vivir lejos de Canarias.

2. INTRODUCCIÓN

Elegir el tema para mi discurso de incorporación como Académico Correspondiente a la Real Academia Canaria de Ciencias ha supuesto el reto de buscar el hilo conductor que une la taxonomía y faunística, con las que me inicié, con la síntesis ecológica hacia la que se dirigen mis actuales investigaciones. Me considero un modesto descendiente de segunda generación de Ramón Margalef, una de las mentes más claras y creativas que ha dado la ciencia española y la Ecología, y siempre he creído la idea que alguna vez le escuché de que quien aspire a ser un buen ecólogo primero debería dominar en profundidad un grupo taxonómico.

El ofrecimiento del profesor Bacallado de que me dedicara a estudiar las holoturias supuso dos ventajas. La primera, el enorme misterio que encierran estos organismos. La segunda, que me obligó a salir al extranjero a buscar a los especialistas, ya que nadie trabajaba dicho grupo en España. Ello me llevó a hacer estancias de trabajo relativamente cortas en un viaje, mitad de estudios mitad luna de miel, que nos condujo, a Conchi y a mí, hasta Génova con el Dr. Enrico Tortonese y de allí a París, al Museo Nacional de Historia Natural, con el Dr. Gustav Cherbonnier y su entonces discípulo Jean-Pierre Feral.

2.1. El estudio de los equinodermos como fuente de inspiración

El Phylum Echinodermata y las holoturias, en particular, constituyen un grupo animal exclusivamente marino enormemente enigmático y sorprendente. Siendo organismos que, como deuteróstomos, están próximos evolutivamente a los hemicordados y los vertebrados, con los que comparten caracteres homólogos (JEFFERIES, 1986), sorprende su sencillez de diseño. Su estructura corporal se reduce a la pared del cuerpo y una cavidad prácticamente ocupada solo por el tubo digestivo sin estructuras diferenciadas, la gónada, el sistema acuífero, que resuelve múltiples funciones, un árbol respiratorio y agua de mar. Sin embargo, los materiales que constituyen su cuerpo tienen propiedades casi mágicas. Su dermis contiene un colágeno cuya viscosidad puede ser regulada por el animal, de modo que el tegumento puede aparecer completamente rígido y duro, hasta el punto de romper la punta de un cuchillo, o completamente moldeable, casi líquido (YAMADA *et al.*, 2010). Además tiene propiedades antitumorales y anticoagulantes, empleadas en tratamientos oncológicos y cardiovasculares (POPOV *et al.*, 2011). Algunas presentan tubos de Cuvier, con los que se defienden de sus enemigos, inocuos en el interior del cuerpo, pero altamente adhesivos y resistentes tras su expulsión al exterior (DEMEULDRE *et al.*, 2004; DeMOOR *et al.*, 2003), y que contienen holoturina, una toxina que actúa como citostático y antime-tabólico (NIGRELLI & ZAHL, 1952; NIGRELLI & JAKOWSKA, 2006). El sistema nervioso es el más sencillo de todos los equinodermos y, excepto en unas pocas especies, no presenta ni siquiera manchas oculares ni ninguna estructura sensorial reconocible, solo un anillo nervioso, 5 nervios radiales y un plexo subepidérmico que puede regenerarse en apenas 3-5 semanas si el animal se autotomiza (GARCÍA-ARRARÁS *et al.*, 1999). A pesar de ello, su funcionalidad no se ve reducida en ningún aspecto y son el grupo dominante en los fondos abisales de nuestros océanos.

3. RELACIONES BIOGEOGRÁFICAS Y BIODIVERSIDAD MARINA EN ARCHIPIÉLAGOS E ISLAS

La combinación entre sencillez de diseño y eficiencia funcional de los equinodermos garantizan el éxito evolutivo y reduce la necesidad de especiación, lo que, a su vez, limita la existencia de especies endémicas de áreas geográficas reducidas. Esto hace que el estudio de las relaciones biogeográficas y filogeográficas de los equinodermos y los peces, los dos grupos a los que hemos dedicado buena parte de nuestras investigaciones, sea una buena combinación para estudiar la historia de los océanos y los mecanismos que operan en la estructuración de la biodiversidad. Un buen ejemplo de ello son los resultados de las campañas realizadas en los archipiélagos de Galápagos, en el Pacífico de Ecuador, y en la Macaronesia, en el Atlántico, promovidas y dirigidas por el Dr. Bacallado desde el Museo de la Naturaleza y el Hombre de Tenerife.

Desde DARWIN (1859) y WALLACE (1881), en la segunda mitad del siglo XIX, las islas se han considerado sistemas especialmente propicios para el estudio y la percepción de los mecanismos evolutivos y ecológicos, y los mecanismos que explican los patrones de biodiversidad en los ecosistemas insulares son bien conocidos desde las propuestas de McARTHUR & WILSON (1967). La principal razón por la que las islas resultan tan interesantes a la hora de realizar estudios ecológicos es que se trata de ecosiste-

mas cuyas comunidades se automantienen dentro de un espacio geográfico bien delimitado que contiene los procesos e interacciones fundamentales de un ecosistema, pero sin la complejidad de los continentales (VITOUSEK *et al.*, 1995).

En general, se asume que la biodiversidad de los ecosistemas insulares es menor que la de las áreas continentales equivalentes (ADSERSEN, 1995). Sin embargo, esto no es siempre cierto. Aunque, no cabe duda de que las islas suelen tener un número de especies relativamente bajo en muchos grupos, como los vertebrados, en otros, como los moluscos terrestres, las elevadas tasas de especiación hacen de ellas auténticos puntos calientes de biodiversidad. Al mismo tiempo, el grado de endemismo alcanza valores altísimos en comparación con regiones continentales semejantes.

Los patrones de biodiversidad en las islas son debidos al efecto combinado del aislamiento, que reduce la llegada de especies y el intercambio genético entre subpoblaciones, y de la baja competencia interespecífica en comparación con los continentes, lo que permite la posibilidad de explotar un espectro relativamente amplio de recursos y hábitats actuando la competencia intraespecífica como principal motor evolutivo.

Bajo estas condiciones tiene lugar el denominado ciclo taxonómico (WILSON en GORMAN, 1991), en el que una especie que llega a una isla como nueva colonizadora inicia un proceso de expansión, seguido de especialización, en muchos casos divergente en sus distintas poblaciones, lo que genera diversificación, para finalmente decaer e, incluso, extinguirse, frecuentemente ante la llegada de nuevos colonizadores que resultan ser mejores competidores.

Pero si los patrones y procesos implicados en la riqueza y generación de especies insulares están razonablemente estudiados en las zonas emergidas, no puede decirse lo mismo de las especies marinas, que no parecen mostrar el mismo funcionamiento que en el medio emergido.

El estudio de los patrones de biodiversidad marina en los sistemas insulares presenta dificultades que no suelen darse en los correspondientes ecosistemas terrestres. Por un lado, la fauna y flora marinas han sido mucho menos estudiadas que las terrestres. Los mayores requerimientos de infraestructuras y lo relativamente reciente del desarrollo de las técnicas adecuadas (embarcaciones, equipos de buceo, vehículos submarinos como AUVs y ROVs), la inaccesibilidad de las zonas profundas y los costos de campaña, hacen que los datos sean escasos y heterogéneos, no sólo en los archipiélagos sino también en el propio continente más o menos próximo. Por otro lado, si una de las ventajas del estudio de sistemas insulares emergidos es que presentan límites bien definidos, bajo el agua esta circunstancia no existe y, aunque la profundidad puede ayudar a establecer cotas, las especies presentan distribuciones batimétricas relativamente amplias y solapadas.

En general, se asume que en el medio marino la dispersión de las especies, a través de las fases de su ciclo de vida como huevos y larvas planctónicos, se ve facilitada por las corrientes y la ausencia de barreras físicas. A fin de cuentas, todos los océanos y mares del mundo están interconectados en mayor o menor medida y las condiciones ambientales son mucho más estables a escalas espaciales y temporales razonablemente grandes. Ello induce a pensar que el aislamiento de las poblaciones insulares es menos drástico y que los procesos de especiación deben ser mucho menos activos, lo que, sin embargo, necesita ser comprobado y probablemente sea falso.

3.1. Factores que determinan la composición específica y la riqueza de especies marinas en islas y archipiélagos

Hace unos años, con motivo de un merecido homenaje al Dr. Juan José Bacallado, realizamos una primera aproximación al estudio de los principales factores que determinan la composición y la riqueza de especies marinas en los sistemas insulares estudiando las faunas de una veintena de islas y archipiélagos (figura 1) (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2015). A primera vista, la relación positiva entre la riqueza de especies de los peces marinos y de las aves nidificantes sugiere que los factores que determinan la biodiversidad específica podrían ser semejantes en los medios sumergido y terrestre o, al menos, estar relacionados. Sin embargo, la biodiversidad ictiológica es un orden de magnitud superior a la de la avifauna (figura 2).

Además, al contrario de lo que sucede en los ecosistemas emergidos, en el estudio de los equinodermos hemos observado que la riqueza de especies por tramo de costa tiende a ser más elevada en las islas que en el continente (figura 3).

La riqueza de especies en los archipiélagos oceánicos está determinada por multitud de factores (biogeográficos, históricos, ecológicos, taxonómicos) que operan a distintas escalas espaciales.



1 Caribe	9 Tobago	17 Filipinas
2 Azores	10 São Tome	18 Wallacea
3 Islas Británicas	11 Ascensión	19 Nueva Caledonia
4 Malta	12 Santa Helena	20 Nueva Zelanda
5 Madeira	13 Madagascar	21 Hawái
6 Salvajes	14 Reunión-Mauricio	22 Cocos
7 Canarias	15 Seychelles	23 Galápagos
8 Cabo Verde	16 Palau	24 Easter (Pascua)

Figura 1.- Localización de los archipiélagos e islas considerados.

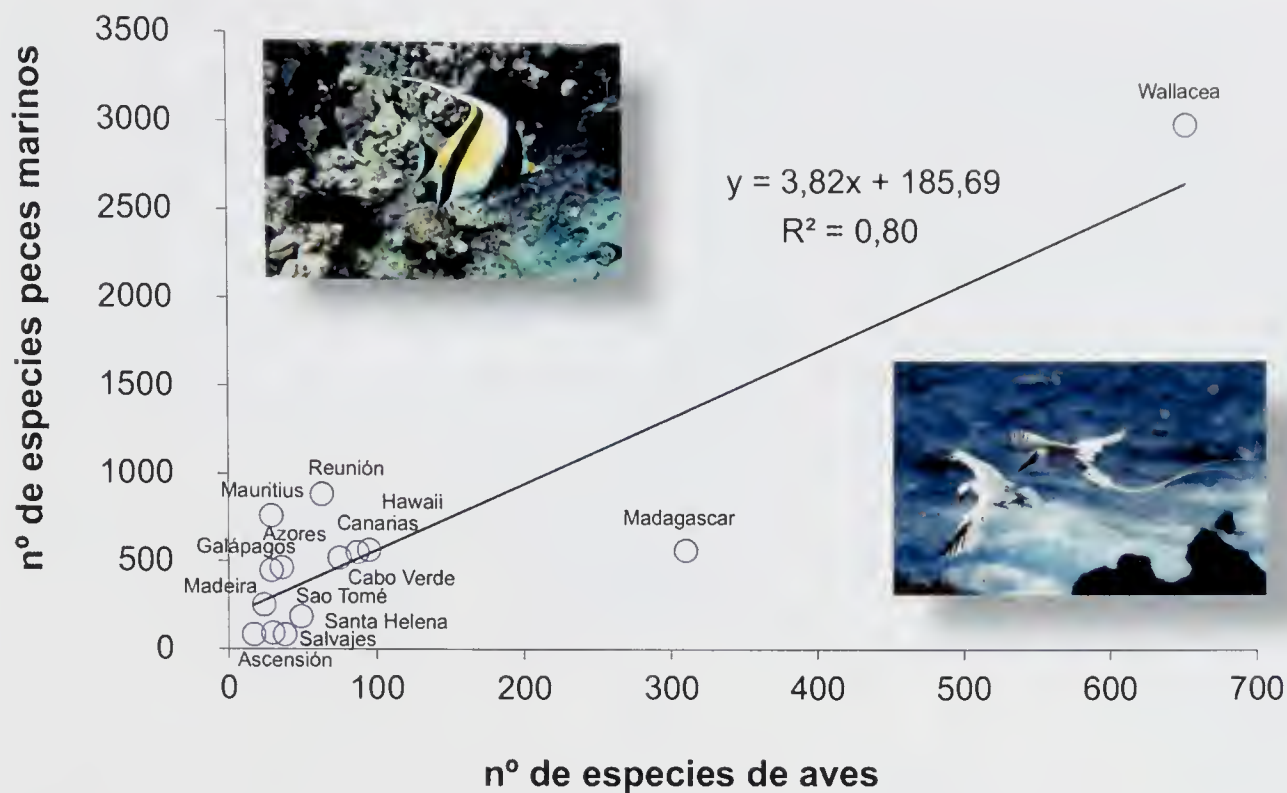


Figura 2.- Relación entre el número de especies de peces marinos y el de aves terrestres en distintos archipiélagos e islas.

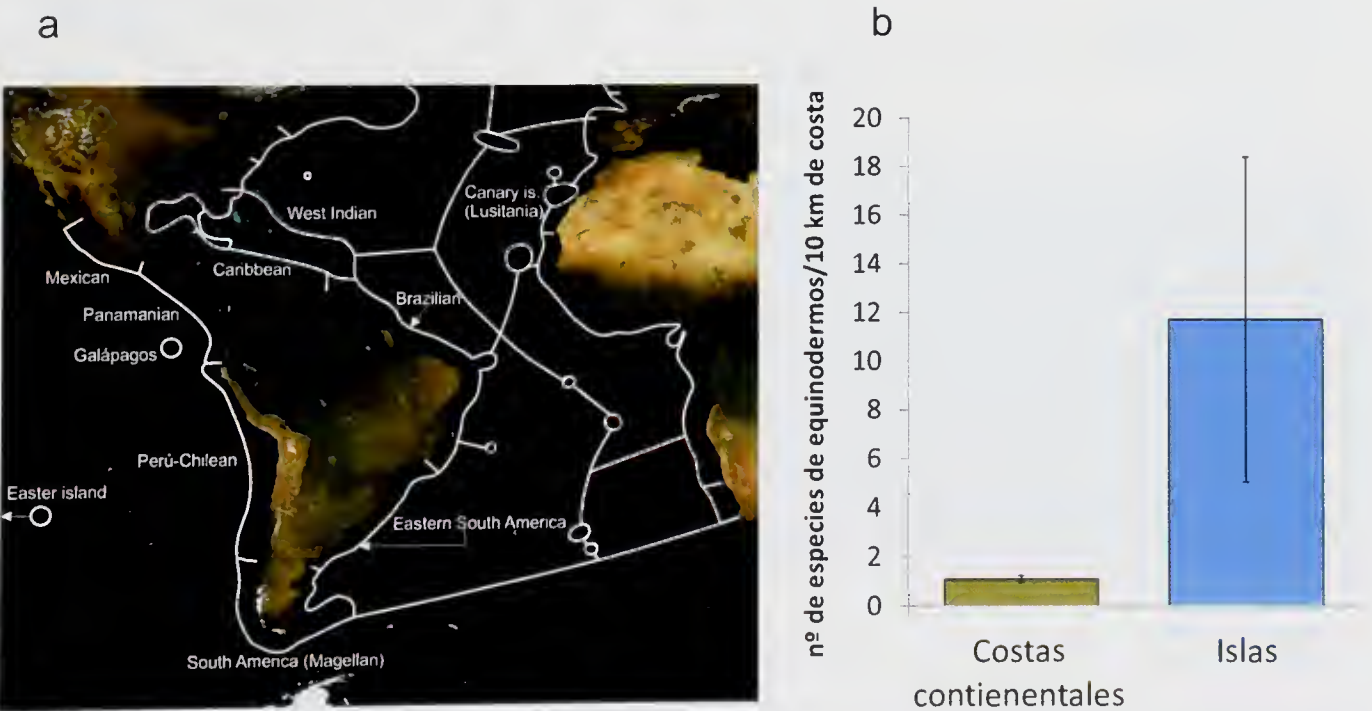


Figura 3.- Número medio de especies de equinodermos por cada 10 km de costa en zonas continentales y en islas en las áreas biogeográficas identificadas en el mapa (a) a partir de los datos de PÉREZ-RUZAF *et al.* (2013a).

3.2. La importancia de las escalas espaciales

En el medio sumergido, a pequeña escala espacial, entre localidades de una misma isla separadas unos miles de metros, la riqueza de especies bentónicas está determinada por la profundidad y por características del hábitat, como la complejidad estructural, especialmente el número de bloques o de piedras según las especies, o la heterogeneidad determinada por la diversidad de tipos de sustrato) (figura 4). Estos factores resultan ser los mismos en los archipiélagos de Galápagos y la Macaronesia que en las zonas costeras del Mediterráneo y son comunes en distintos grupos taxonómicos, como peces (BRITO *et al.*, 1997; GARCÍA-CHARTON & PÉREZ-RUZAFÁ, 1998) y equinodermos (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2003, ENTRAMBASAGUAS *et al.*, 2009).

Sin embargo, a mayores escalas espaciales, entre islas dentro del mismo archipiélago, las características del hábitat pasan a segundo plano, y son los factores climáticos y la productividad biológica los que cobran importancia.

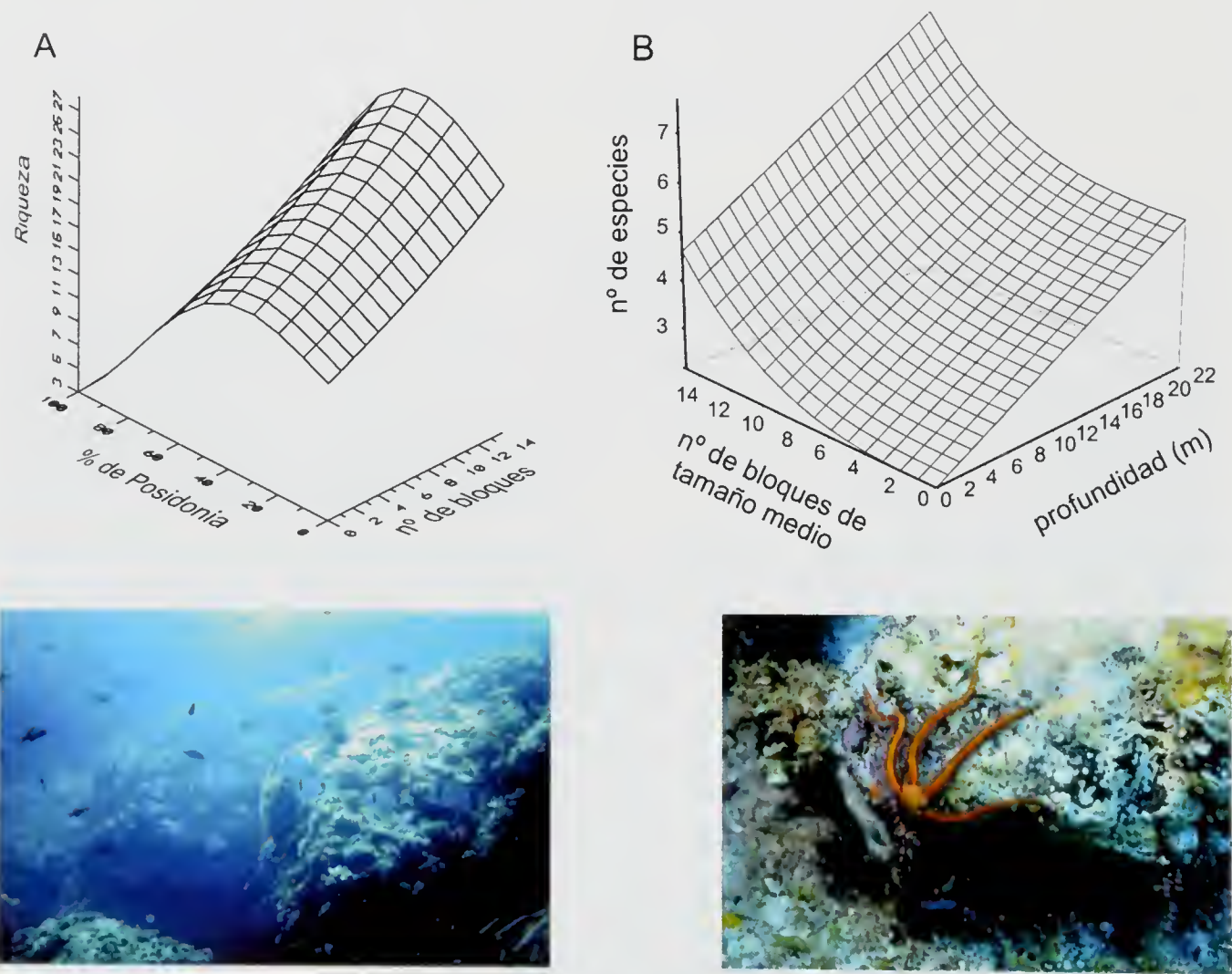


Figura 4.- Principales factores que determinan la riqueza de especies en los fondos rocosos infralitorales a pequeña escala espacial (<10¹ km). A) Poblamiento ictiológico en Cabo de Palos Murcia (modificado de GARCÍA-CHARTON & PÉREZ-RUZAFÁ, 2001); B) Poblamiento de equinodermos del archipiélago de Cabo Verde (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2003). Los modelos incluyen las variables seleccionadas de entre distintos descriptores de la heterogeneidad y complejidad del hábitat mediante un análisis de regresiones múltiples (GLM) con selección progresiva de variables (utilizando $P<0.05$ como criterio de inclusión).

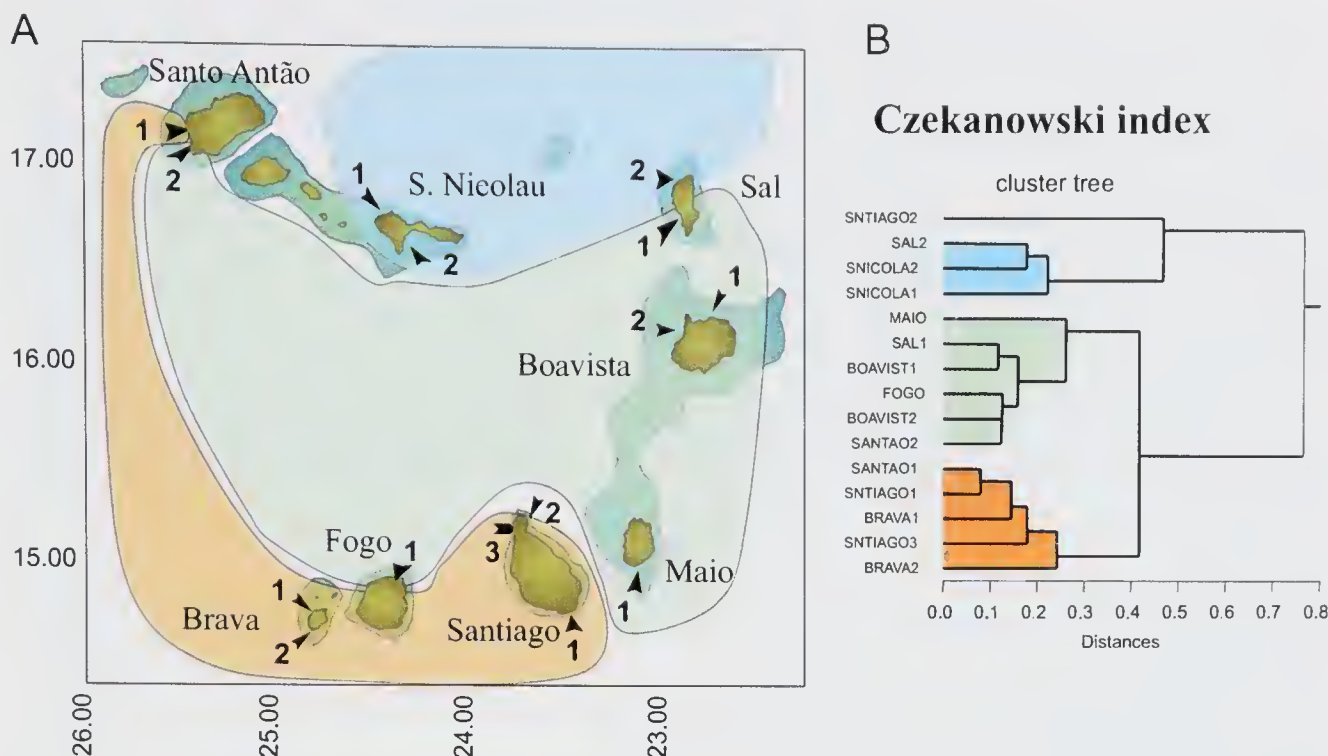


Figura 5.- Zonas faunísticas identificadas en el archipiélago de Cabo Verde a partir de los censos realizados en el poblamiento de equinodermos de los fondos rocosos infralitorales durante el proyecto “Maearonesia 2000”. Las flechas en el mapa (A) indican las localidades muestreadas y las zonas de color en el mapa se corresponden con los agrupamientos producidos por un análisis de “eluster” (B) sobre la matriz de afinidades faunísticas, obtenida mediante el índice de Czekanowski para datos de abundancia (PÉREZ-RUZAFa *et al.*, 2003).

En el archipiélago de Cabo Verde, por ejemplo, las afinidades entre islas y localidades (figura 5) en la fauna de equinodermos en la comunidad de los fondos rocosos infralitorales, muestran un patrón difícil de explicar a primera vista, con localidades muy próximas geográficamente separadas faunísticamente, mientras que otras distantes más de 200 km contienen las mismas especies. Al mismo tiempo, se observa un marcado gradiente de riqueza específica desde la isla de Santo Antão, en el extremo noroeste, a la de Maio, en el sureste (figura 6). Ambos patrones son, sin embargo, perfectamente explicados por las características climáticas de las aguas superficiales en las dis-

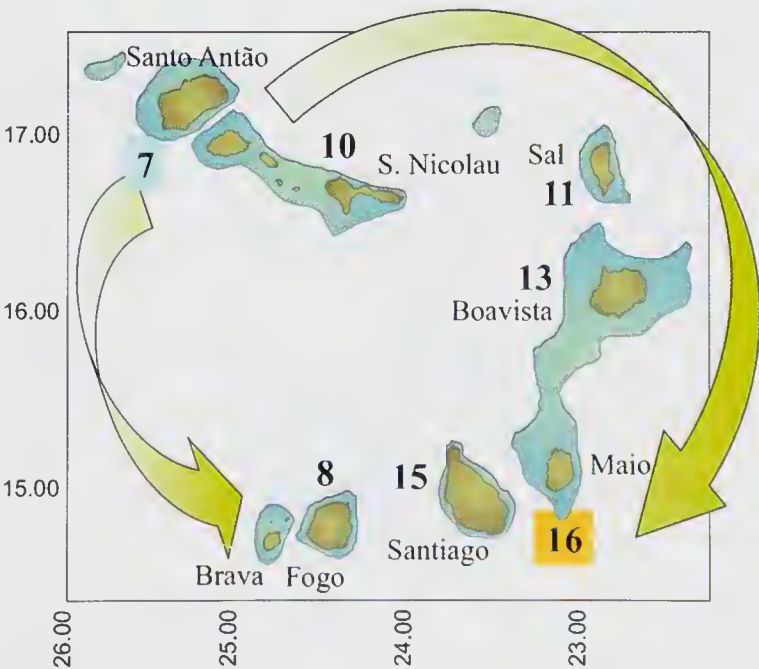


Figura 6.- Número total de especies de equinodermos censadas en las distintas islas del archipiélago de Cabo Verde durante el proyecto “Maearonesia 2000” (PÉREZ-RUZAFa *et al.*, 2003). Las flechas indican el gradiente noroeste-sureste observado en el archipiélago.

tintas regiones del archipiélago (figura 7), siendo las temperaturas mínimas invernales (con un gradiente noreste-suroeste) y las temperaturas máximas y el rango de variación térmica (ambos con un gradiente noreste-suroeste) los que determinan la composición específica y la biodiversidad observadas (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2003).

Estos mismos patrones fueron observados en la distribución de las especies de peces en el archipiélago de Galápagos (BRITO *et al.*, 1997), donde también la temperatura mínima de las masas de agua en cada zona del archipiélago es determinante de la composición del poblamiento ictiológico (figura 8).

Relación especies área.- Sería esperable que el número de especies de los distintos grupos taxonómicos marinos aumentara al hacerlo el área cubierta por el archipiélago. Sin embargo, esta pauta general parece esconderse bajo un comportamiento fractal cuyo patrón se repite con un incremento de escala de 200.000 km² (figura 9). Los archipiélagos oceánicos atlánticos, Galápagos, Nueva Caledonia o Hawaii, con islas relativamente pequeñas, estarían encuadrados en la escala menor, mientras que en el siguiente nivel se encontrarían grandes islas o grupos de islas, como las islas Británicas, Nueva Zelanda, los archipiélagos del Caribe, Wallacea o Filipinas. Finalmente, quedaría Madagascar, como único representante de un nuevo salto de escala.

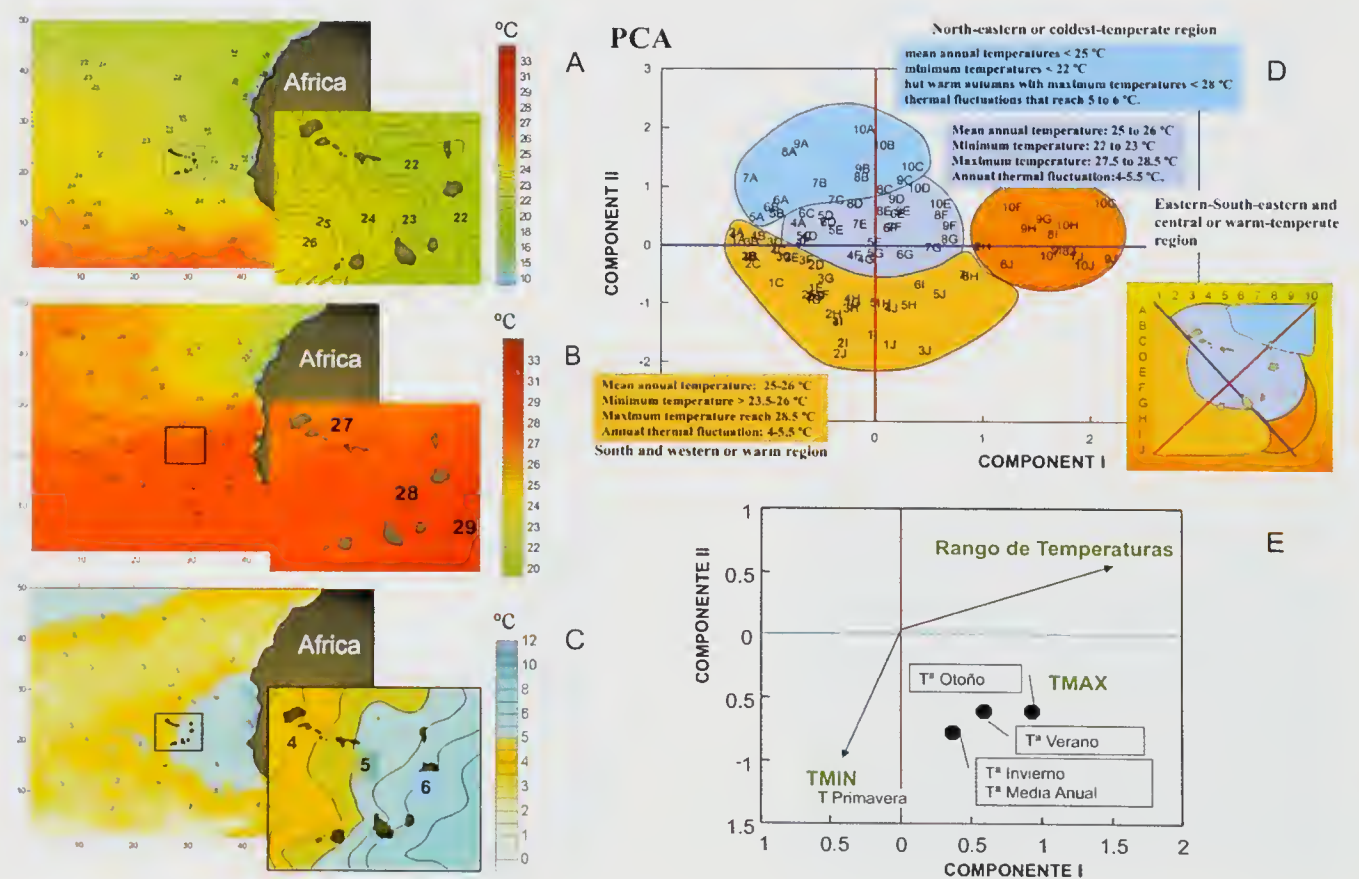


Figura 7.- Características climáticas de las aguas superficiales en el archipiélago de Cabo Verde. Las figs. A-C corresponden a la temperatura media mínima, temperatura media máxima y rango de temperaturas (diferencia entre las medias mensuales mínimas y máximas), respectivamente, obtenidas mediante imágenes de satélite. La figura E muestra las variables asociadas a los dos primeros ejes del análisis de componentes principales (PCA) (D) realizado sobre la matriz de píxeles correspondientes a los cuadrados en los que aparece incluido el archipiélago (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2003). La ordenación obtenida (D) se corresponde con las regiones faunísticas presentadas en la figura 5.

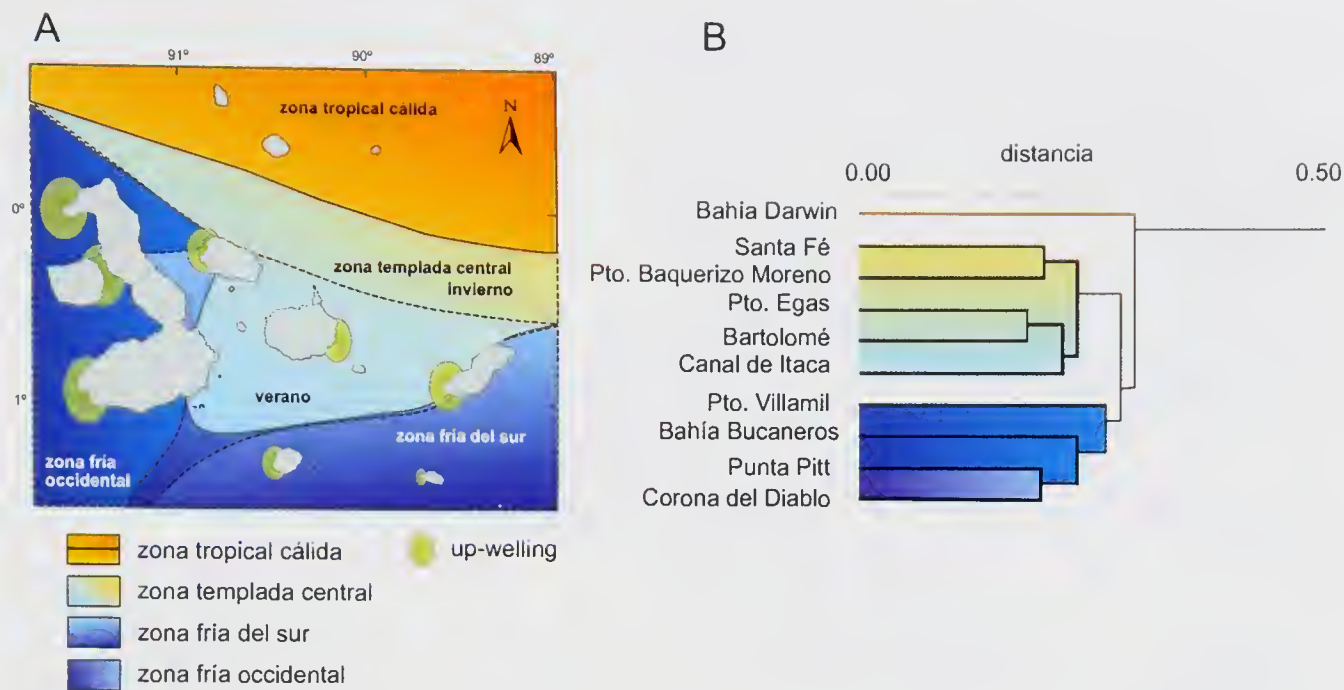


Figura 8.- Zonas climáticas, en base a la temperatura de las aguas superficiales, en el archipiélago de Galápagos (A) y agrupamiento de las localidades muestreadas mediante censos visuales realizados sobre el poblamiento de los peces de los fondos rocosos infralitorales (B) durante el proyecto “Galápagos, Patrimonio de la Humanidad” (BRITO *et al.*, 1997). El cluster se elaboró a partir de la matriz de afinidades obtenida mediante el índice de Czekanowski. Las áreas coloreadas en el cluster se corresponden con las zonas climáticas dibujadas en el mapa en las que se ubican las respectivas localidades.

Los cambios de escala deben estar determinados por la relación entre superficie total cubierta y perímetro total, en función del número y tamaño de las islas que constituyen el archipiélago. De ahí que la estructuración del archipiélago influya también de forma decisiva. Como es esperable, el número de especies aumenta al hacerlo la longitud total de costa (figura 10A) y el número de islas (figura 10B), pero disminuye con la densidad de islas (n° de islas/área) (figura 10C) y la complejidad de la costa (perímetro/superficie), es decir, con la compactación del archipiélago (figura 10D).

El que la dispersión y la fragmentación del archipiélago (mayor área total, con mayor número de islas) y una mayor longitud de costa total favorezcan la riqueza específica estaría relacionado con la diversificación de ambientes y zonas climáticas que pueden encontrarse en el archipiélago, como hemos visto en los archipiélagos de Cabo Verde y Galápagos, y una cierta restricción a las conexiones entre islas debido a la distancia. Este tipo de comportamiento podría explicar también el patrón fractal en la relación especies/área. Las clases de tamaño vienen determinadas por el área cubierta por la isla más grande y, dentro de cada clase de tamaño, la riqueza aumenta con la disgregación en un mayor número de islas y con su dispersión.

Distancia al continente y aislamiento geográfico.- El aislamiento es evidentemente un factor decisivo en la configuración de los poblamientos insulares. En el caso de los organismos terrestres, el mar es una auténtica barrera que sólo puede ser salvada por especies voladoras o que se dispersen con el viento (como aves, insectos y semillas) o que

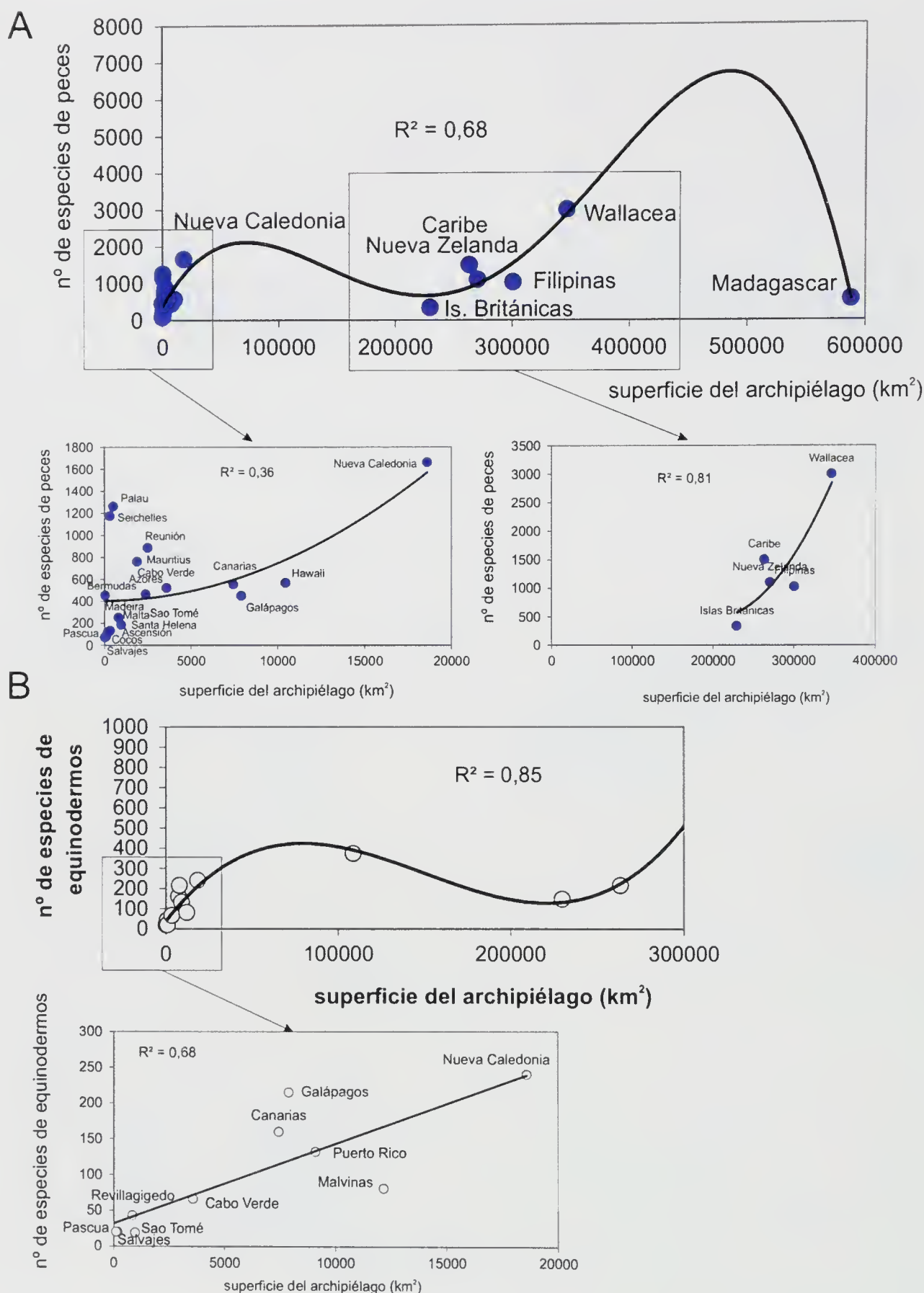


Figura 9.- Relación especies/área en los poblamientos (A) de peces y (B) de equinodermos en los archipiélagos e islas considerados en este trabajo. Se observa un mismo patrón en el aumento de la riqueza de especies al hacerlo el tamaño del archipiélago que se repite a las mismas escalas espaciales. Los cuadros inferiores de cada figura muestran el detalle correspondiente a cada escala con su línea de regresión propia.

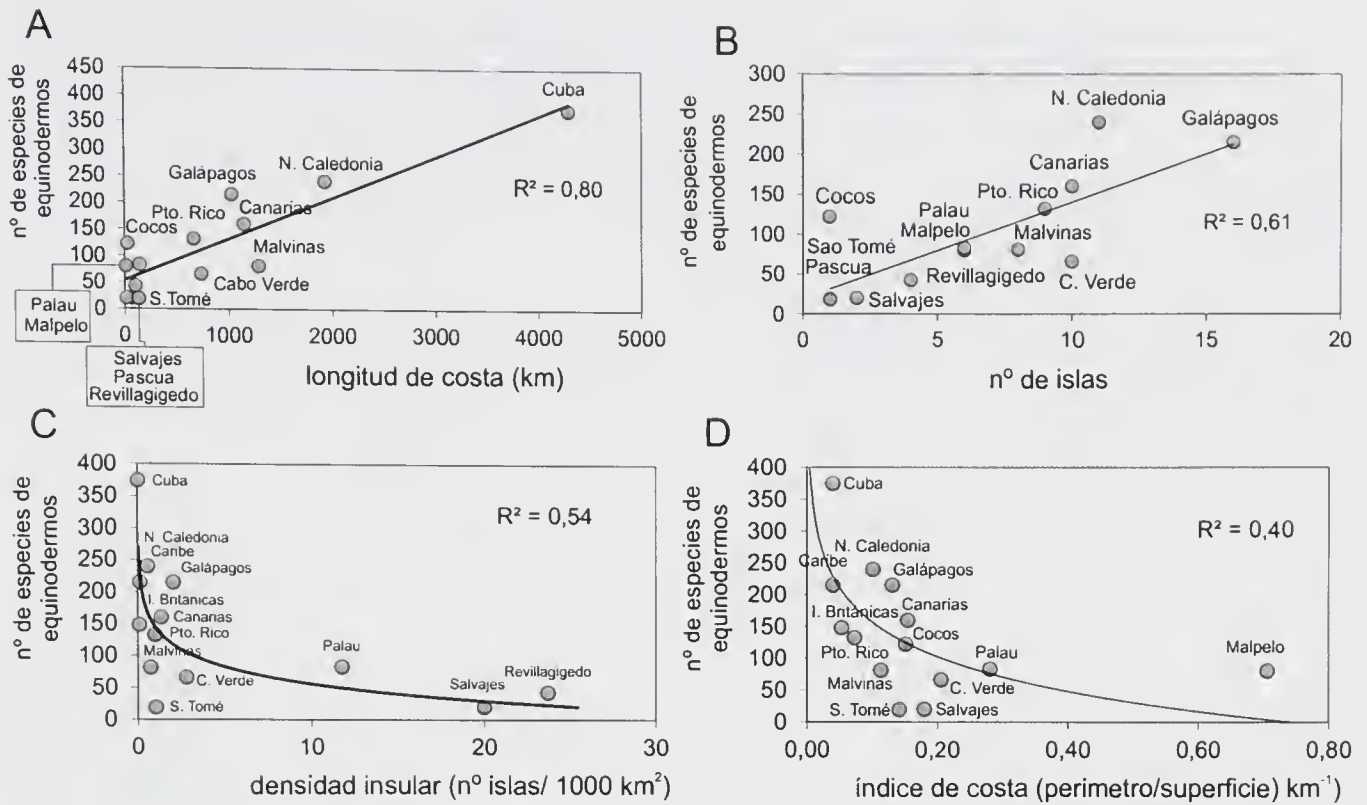


Figura 10.- Relación entre la riqueza específica de peces marinos en distintos archipiélagos e islas en relación con algunos descriptores de la complejidad estructural del archipiélago (A) longitud total de costa, (B) número de islas que lo componen, (C) densidad insular, calculada como el número de islas dividido por el área total cubierta por el archipiélago, (D) un índice de compactación del archipiélago, estimado como la longitud total de costa dividida por el área total que cubre el archipiélago (índice de costa), y el número de islas que lo componen; el valor de dicho índice disminuye al aumentar la fragmentación y dispersión de la línea de costa en un archipiélago más extenso y con más islas, de modo que el número de especies es mayor en los archipiélagos más fraccionados y que cubren un área geográfica mayor.

puedan sobrevivir a un viaje largo, arrastradas por las corrientes, ya sea flotando o en balsas de vegetación u objetos a la deriva. En los archipiélagos continentales el aislamiento ha estado determinado por las fluctuaciones del nivel del mar, y puede haber sido inexistente durante periodos de tiempo más o menos extensos. Por contra, en los archipiélagos típicamente oceánicos, surgidos de la actividad volcánica en las dorsales oceánicas o en puntos calientes de la corteza oceánica, como los archipiélagos macaronésicos, las islas Galápagos o las islas de Ascensión y Santa Helena, el alejamiento o aproximación a las masas continentales, tiene lugar de forma persistente al ritmo marcado por la deriva continental.

En este contexto, para los organismos marinos, y obviando la introducción de especies propiciada por la actividad humana y el transporte marítimo, las posibilidades de colonización estarían determinadas por la distancia, velocidad y trayectoria de las corrientes, combinadas con la duración del desarrollo larvario y las fases pelágicas del ciclo de vida y las barreras ambientales marcadas principalmente por la temperatura mínima del agua.

Sin embargo, al contrario de lo que sucede en el poblamiento terrestre, la distancia al continente más próximo no parece tener una influencia importante en la riqueza total de especies de un archipiélago (figura 11A, B). Solo en unos pocos casos, la fauna de peces tiende a ser algo mayor en grupos insulares relativamente próximos al continente, como Wallacea, Nueva Caledonia, Cuba o el Caribe, todos ellos a menos de 1000 km, pero esto es debido más bien a su gran tamaño.

El papel del aislamiento, como factor modulador del número de especies, es más claro cuando se tiene en cuenta un índice que integra no sólo la distancia al continente más cercano, sino también a otros archipiélagos y entre islas del propio archipiélago (figura 11C, D) (PÉREZ-RUZAFA *et al.*, 2005).

De hecho, mientras que las afinidades faunísticas de las islas con las áreas continentales muestran una relación débil con la distancia geográfica (figura 12A, B), dicha relación es mucho más fuerte en el caso de las afinidades y fauna compartida entre archipiélagos tanto en el Atlántico como en el Pacífico (figura 12C, D).

Los resultados mostrados en la figura 11 sugieren que los colonizadores insulares marinos no provienen necesariamente de las costas continentales, como suele asumirse para los pobladores terrestres, y que la conectividad entre archipiélagos o entre islas de un mismo archipiélago juega un papel fundamental en la biodiversidad insular. Las costas continentales, posiblemente, sólo aportan un componente básico de la biodiversidad insular y es relativamente independiente de la distancia geográfica. Como sugiere la figura 12, las distancias a salvar suponen más bien una restricción para la colonización desde otros archipiélagos y entre islas.

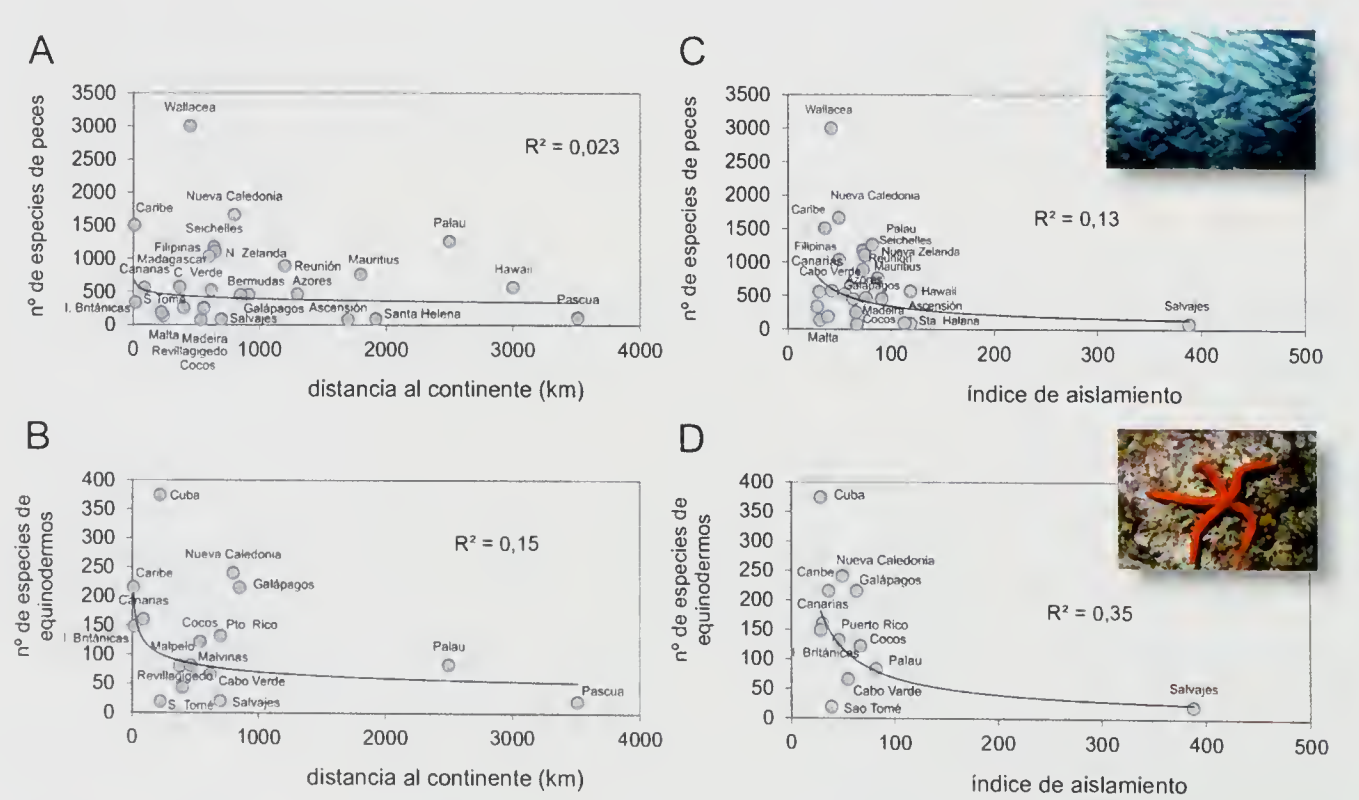


Figura 11.- Relación entre la riqueza específica y la distancia al continente en el poblamiento de peces (A) y equinodermos (B) y el índice de aislamiento (C y D, respectivamente), que considera también la distancia a otros archipiélagos e islas.

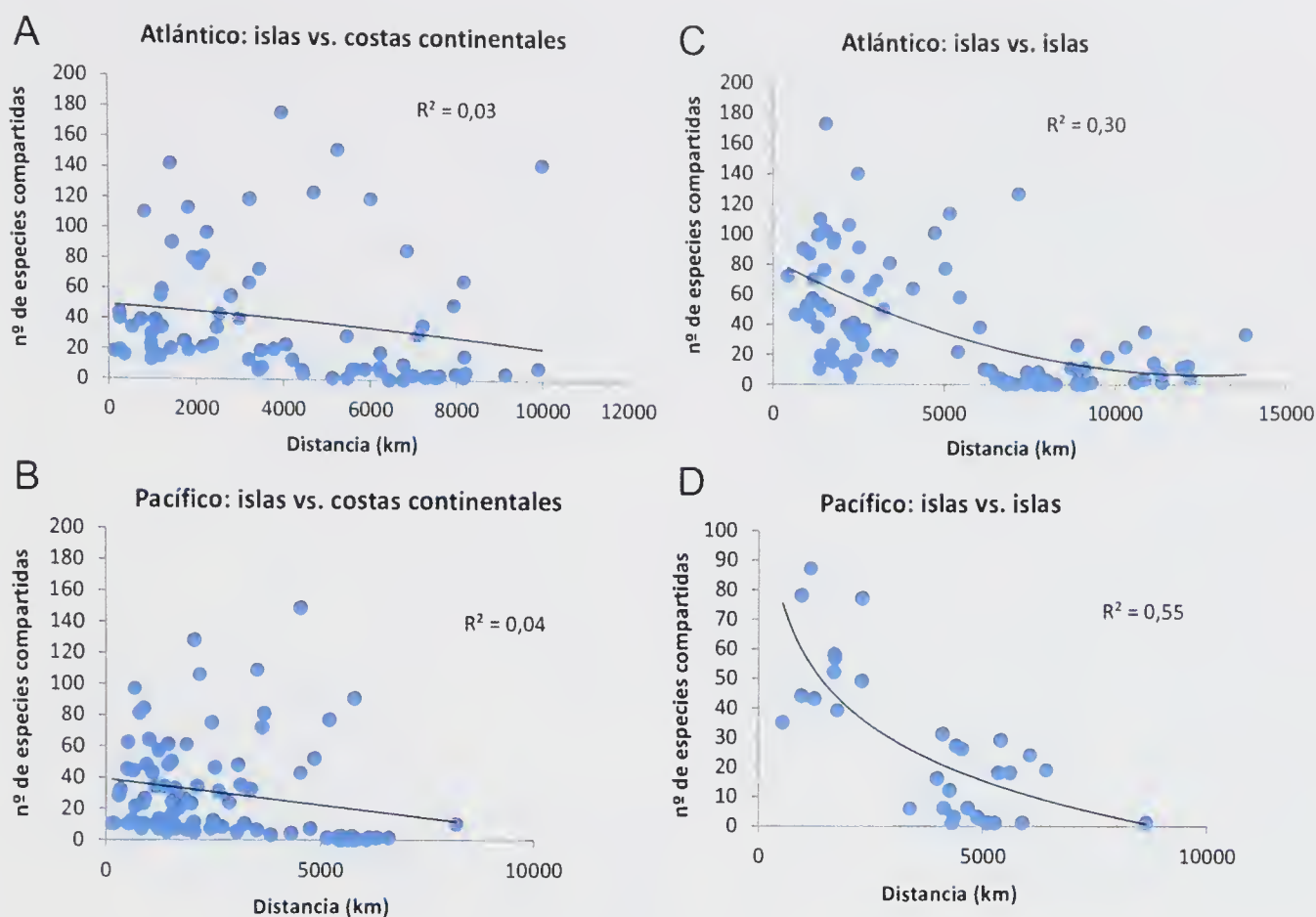


Figura 12.- Relación entre las especies de equinodermos, en el Atlántico y en el Pacífico, compartidas en los archipiélagos e islas estudiados con las zonas continentales en relación con la distancia que los separa (A, B); nótese la ausencia de un patrón claro, al contrario de lo que suele suceder en los grupos terrestres. El patrón es en cambio más claro cuando se analiza la relación entre el número de especies compartidas entre archipiélagos o islas y la distancia que los separa (C, D).

3.3. Procesos de especiación en los sistemas insulares

Junto a las probabilidades de colonización desde el exterior, un segundo componente de la biodiversidad insular es la especiación y generación de endemismos. Aunque se asume que la biodiversidad de los sistemas insulares se ve restringida por sus límites geográficos (ADSERSEN, 1995), al mismo tiempo, dichos sistemas actúan como focos claros de especiación y radiación evolutiva. Por ello, aunque el número de especies en la parte emergida suele ser bajo en comparación con las áreas continentales equivalentes, el número de especies endémicas encontrado en islas y archipiélagos suele ser elevado. Tanto la riqueza como la endemicidad en los ecosistemas terrestres de un sistema insular suelen estar directamente relacionadas con la distancia de los archipiélagos al continente y con la capacidad de dispersión de los organismos y parecen razonablemente independientes de las condiciones climáticas (ADSERSEN, 1995). Pero, una vez más, los patrones en el medio marino difieren de lo observado en los ecosistemas emergidos.

El número de endemismos marinos en los sistemas insulares suele ser marcadamente inferior al del sistema terrestre correspondiente y Canarias es un buen ejemplo de ello (Figura 13A).

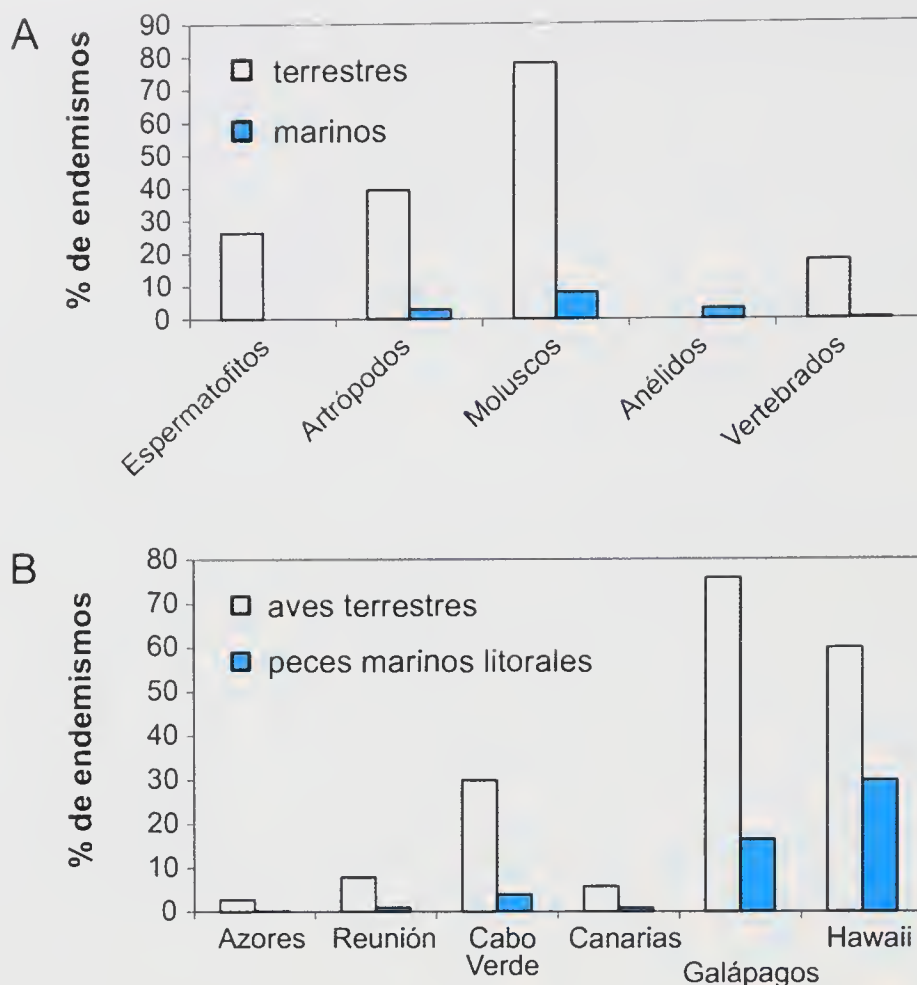


Figura 13.- Comparación de los niveles de endemismo en las faunas terrestres y marinas en archipiélagos. (A) porcentaje de especies endémicas en distintos grupos taxonómicos en las islas Canarias. (B) comparación entre el porcentaje de especies endémicas en las aves terrestres y los peces marinos en distintos archipiélagos e islas oceánicas en el Atlántico (Azores, Cabo Verde, Canarias), el Índico (Reunión) y el Pacífico (Galápagos, Hawaii).

Aunque resulta paradójico, el número de endemismos muestra cierta tendencia a decrecer con la distancia al continente, con el grado de aislamiento, considerando tanto la costa continental como otros archipiélagos y la distancia entre islas y con la edad del archipiélago (figura 14A-C), con la excepción de Hawaii en el caso de la distancia a costa.

Sin embargo, el número de especies endémicas aumenta claramente con el número de islas (figura 14D) y decrece con el empaquetamiento del archipiélago y de la costa insular (densidad insular e índice de costa) (figura 14 E y F). Un mayor número de islas y de longitud de costa posibilita una mayor diversidad ambiental solo si están repartidos en un área lo mayor posible, de modo que se reduzca la conectividad interna.

Por otro lado, la comparación entre los porcentajes de endemismos observados en Galápagos y Canarias (figura 15), dos archipiélagos muy semejantes en tamaño (7900 frente a 7447 km², respectivamente), número de islas y fisonomía, los dos ubicados en zonas tropicales o subtropicales, bajo la influencia de corrientes frías y afloramientos de aguas profundas, puede sugerirnos algunos mecanismos que operarían en los procesos de especiación. Comparado con archipiélagos como Seychelles (1173 especies de peces) o Hawaii (942 especies de peces), las cifras de biodiversidad marina en Galápagos muestran un número de

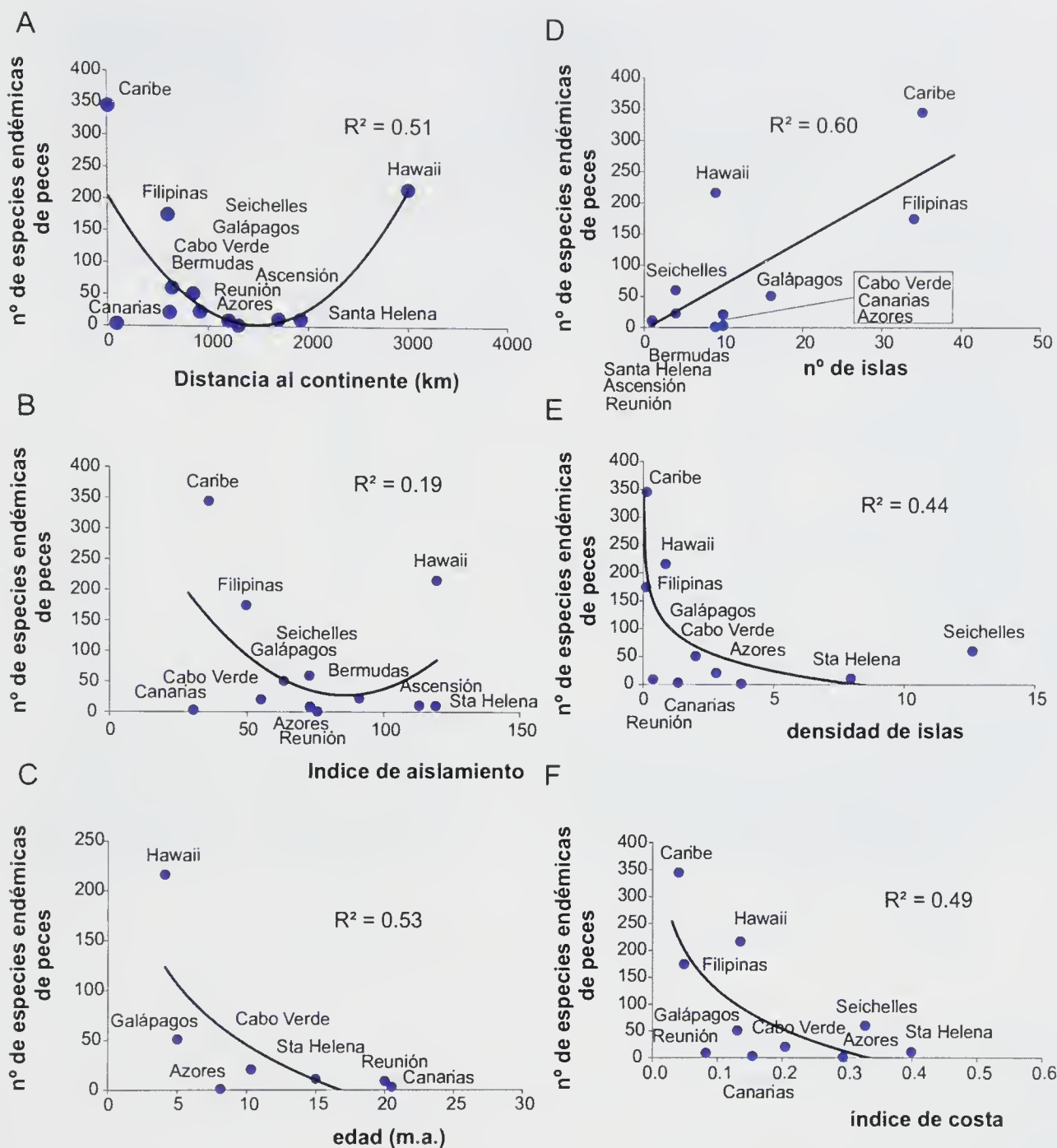


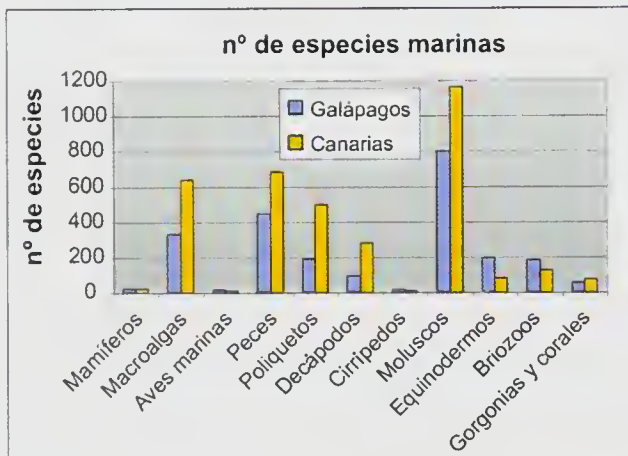
Figura 14.- Relación entre el número de endemismos en el poblamiento ictiológico marino y las características de los archipiélagos (A) distancia al continente, (B) índice de aislamiento y (C) edad máxima del archipiélago en millones de años, (D) número de islas, (E) densidad de islas y (F) índice de costa.

especies relativamente bajo (447 especies de peces) y está en el mismo orden, o es inferior, al de otros archipiélagos oceánicos como Canarias o Azores (553 y 463 especies de peces respectivamente). Sin embargo, el número de endemismos de Galápagos es muy superior al de los archipiélagos macaronésicos (figura 15). Si nos basamos en las relaciones mostradas aquí, la mayor juventud de Galápagos justificaría estas diferencias con Canarias, pero no con Azores, al tiempo que la mayor distancia mínima al continente (90 km en Canarias, frente a 850 km en Galápagos), debería influir en un menor número de especies endémicas en el segundo. Pero Galápagos quizás sea uno de los casos más paradigmáticos de

A

Grupos	Galápagos			Canarias		
	nº de especies	nº spp endémicas	% endemismos	nº de especies	nº spp endémicas	% endemismos
Mamíferos	24	2	8.3	26	0	0.0
Macroalgas	333	130	39.0	639	14	2.2
Aves marinas	19	5	26.3	13	0	0.0
Peces	447	51	11.4	686	3	0.4
Poliquetos	192	50	26.0	498	10	2.0
Decápodos	97	15	15.5	283	2	0.7
Cirrípedos	18	4	22.2	12	0	0.0
Moluscos	800	141	17.6	1170	96	8.2
Equinodermos	200	34	17.0	82	0	0.0
Briozoos	184	34	18.5	131	11	8.4
Gorgonias y corales	56	28	50.0	78	1	1.3
Total	2370	494	20.8	3618	137	3.8

B



C

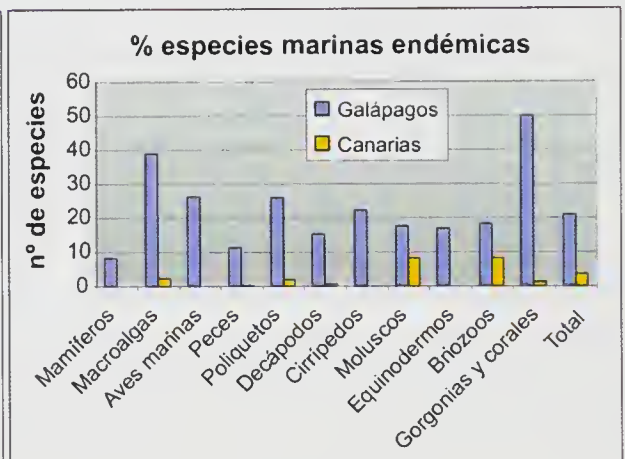


Figura 15.- A) tabla con el número de especies, número de especies endémicas y porcentaje de endemismos en los principales grupos marinos en Galápagos y Canarias. B) Comparación gráfica entre el número de especies marinas en los distintos grupos taxonómicos en los dos archipiélagos. Nótese la relativa pobreza del poblamiento de Galápagos. C) Comparación gráfica entre el porcentaje de especies marinas endémicas en los distintos grupos taxonómicos en los dos mismos archipiélagos. Es de resaltar que frente a la mayor pobreza de especies de Galápagos, por contra, el porcentaje de endemismos es considerablemente más elevado que en Canarias.

variabilidad ambiental espacial y temporal. A la confluencia de corrientes marinas cálidas y frías que constituyen algunos de los mayores sistemas del Pacífico Oriental, que introducen una elevada heterogeneidad espacial en las condiciones hidrográficas y oceanográficas (WELLINGTON, 1975; McCOSKER, 1978), hay que unir la variabilidad temporal, en la que a los ciclos estacionales habituales se superponen los eventos del Niño y la Niña.

El cambio en la temperatura de las aguas superficiales y el descenso en la productividad primaria, conducen, en las costas del Pacífico oriental, a grandes mortandades de organismos marinos, que han llegado a afectar al 97% de los corales de Galápagos (GLYNN, 1990, 1994).

Aunque un fenómeno de esta naturaleza suele considerarse catastrófico, es posible que, lejos de atentar contra la biodiversidad del archipiélago, la intensa selección genética forzada por las condiciones ambientales extremas y el aislamiento de poblaciones que se reconstruyen a partir de unos pocos supervivientes, sean más bien un verdadero motor de la evolución y contribuyan al alto grado de endemismo en el archipiélago.

Podemos concluir que mientras a pequeña escala espacial, entre localidades relativamente próximas, las características del poblamiento dependen de las características del hábitat local, a escala del archipiélago cobran importancia el área cubierta por el mismo, el número de islas que lo componen y el grado de dispersión que presentan, unidos a la heterogeneidad climática de las masas de agua.

Aunque la distancia al continente más cercano no parece tener una influencia importante, sí la tiene el aislamiento global, considerando también la distancia a otros archipiélagos o entre islas del mismo grupo.

Por otro lado, el que el número de endemismos de un archipiélago disminuya con la edad del mismo puede ser indicativo de que los procesos de especiación no requieran largos periodos de tiempo y sean más bien relativamente rápidos y quizás más marcados por las fluctuaciones ambientales bruscas capaces de inducir mortandades elevadas y cuellos de botella en las poblaciones, como el fenómeno del Niño en Galápagos, que por otros procesos. El tiempo y la conectividad reducirían por tanto el número de endemismos. Por otro lado, el aumento del número de especies endémicas con el número de islas y con la dispersión de las mismas sugiere que la heterogeneidad espacial y limitaciones moderadas a la conectividad, en un contexto de fluctuaciones ambientales que produzcan mortandades más o menos importantes, serían el motor de la aparición de nuevas especies.

4. DE LOS EQUINODERMOS A LAS LAGUNAS COSTERAS

Pero, como he comentado, el principal motivo que me trajo a Canarias a hacer biología marina fue estudiar el Mar Menor, una de las mayores lagunas costeras de Europa y del Mediterráneo, a la que estuvo ligada mi infancia y adolescencia. Aunque las acciones populares lograron frenar los vertidos mineros, mientras cursaba mis estudios de Biología surgieron nuevas agresiones derivadas del desarrollo turístico de los años 1970, como la proliferación urbanística, los vertidos de pozos ciegos, el relleno de terrenos para urbanizarlos o el reciente ensanchamiento y dragado de uno de los canales de comunicación con el mar abierto para hacerlo navegable. Como consecuencia, la pesca del mújol se había venido abajo. De ahí que mi primera beca de investigación, realizada en el verano de 1979 y dirigida por el Profesor D. Fernando Lozano Cabo, fuera precisamente sobre este grupo de peces del Mar Menor. Durante su realización tuve el privilegio y la frustración de embarcarme con los pescadores en lo que fue una de las últimas pescas de pantasana en la laguna, un arte tradicional para dicha pesquería. Es frecuente que los biólogos, especialmente los que nos dedicamos a la investigación de campo, nos hayamos inclinado por esta profesión motivados por una relación afectiva con un paisaje determinado y, por ello, nos movemos entre la ilusión por conocer y comprender su complejidad y diversidad y la frustración de ver cómo nuestra capacidad de comprenderlo va siempre por detrás de su degradación como consecuencia de su mal uso y sobreexplotación (TERRADAS, 2001).

Estudiar el Mar Menor era un anhelo y un reto que me trajo a Canarias y me devolvió a Murcia a realizar mi tesis doctoral.

Las lagunas costeras son, ya de por sí, sistemas singulares y su estudio ha resultado ser apasionante. Son ecosistemas en la frontera entre el medio terrestre, las aguas dulces y el medio marino, y en las fronteras se mueve la vida, por no decir también la cultura, el comercio y la historia.

Todas las lagunas costeras se caracterizan por ser masas de aguas someras más o menos extensas, saladas o salobres, cuyo origen está vinculado al mar adyacente, del que se mantienen más o menos aisladas por una franja de tierra, generalmente arenosa (BARNES, 1980; BIRD, 1982). Como en las islas, el aislamiento es quizás la principal característica que permite diferenciarlas de una enorme cantidad de sistemas costeros y de aguas de transición, que incluye los estuarios, las rías o los fiordos (TAGLIAPIETRA *et al.*, 2009), y, condicionando sus características, poblamientos y funcionamiento, las sitúa en una posición intermedia entre los estuarios (o verdaderas aguas de transición con la definición de la Directiva Marco del Agua en la mano) (EUROPEAN UNION, 2000) y el medio marino (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2011a).

Las lagunas son realmente mares a escala como reconocen los topónimos Mar Menor, Mar Chica de Melilla, Mar Chiquita Argentina o Mar Piccolo de Taranto. En Canarias también están presentes, pero sus reducidas dimensiones hace que aquí se las tienda a denominar “charcos”, como el de Maspalomas en Gran Canaria o el de San Ginés en Lanzarote, que, por pequeños, no resultan menos interesantes.

El aislamiento relativo respecto al mar abierto adyacente hace que presenten valores extremos y cambiantes de salinidad y temperatura y otras variables ambientales y que estén habitadas por especies capaces de enfrentarse a dichas fluctuaciones. Al ser someras, la luz penetra hasta el fondo y los vientos remueven la columna de agua y el fondo, resuspendiendo los sedimentos y los nutrientes necesarios para el desarrollo de las algas.

Estas características favorecen que las lagunas costeras estén entre los ambientes más productivos del planeta y que muchas especies marinas las utilicen como refugio y como criadero para sus larvas y juveniles. En ellas encuentran alimento abundante y refugio, ya que la mayor parte de los depredadores y parásitos no toleran las condiciones ambientales extremas de las lagunas.

Todo ello las hace especialmente relevantes para el hombre. La productividad biológica permite una importante explotación pesquera y de acuicultura, al mismo tiempo que se utilizan para actividades de recreo y deportes náuticos. En los últimos años, el reconocimiento de sus valores para la preservación de la biodiversidad, especialmente de las aves acuáticas, y su interés científico y educativo, las ha convertido en objetivo de medidas de conservación y protección.

Pero las lagunas costeras no han sido siempre bien consideradas y han sido objeto frecuente de desecaciones y aterramientos sobre la base de una supuesta insalubridad consecuencia de una percepción errónea de su naturaleza.

Por ello, la correcta gestión de estos ambientes, no sólo desde el punto de vista natural, sino también como patrimonio y recurso económico, requiere un conocimiento profundo de los procesos ecológicos que determinan su funcionamiento y la toma de medidas coherentes con las aspiraciones de conservación y disfrute que generan.

4.1. Tópicos y replanteamientos en el funcionamiento de las lagunas costeras

Los trabajos que hemos venido realizando en las últimas décadas, en el estudio del Mar Menor y otros sistemas lagunares como el propio Charco de San Ginés, han ido cambiando muchas de las presunciones sobre su funcionamiento.

Su pequeño tamaño, su vulnerabilidad a las influencias terrestres y las oscilaciones ambientales a las que están sometidas con perturbaciones físicas y químicas frecuentes (UNESCO, 1981, NIENHUIS, 1992a) han hecho que las lagunas costeras fueran consideradas hábitats estresados (BARNES, 1980; KJERFVE, 1994) y controlados, de forma natural, por el ambiente físico (*sensu* SANDERS, 1968) (MICHEL, 1979), habitados por unas pocas especies dominantes y con una diversidad específica baja (MARGALEF, 1969; CARRADA & FRESI, 1988; REIZOPOULOU & NICOLAIDOU, 2004). Es decir, las mismas características que los ecosistemas contaminados por la actividad humana (ELLIOTT & QUINTINO, 2007).

En estas condiciones, las especies que las habitan tendrían que basar su supervivencia en lo que se conoce como estrategia de la *r*, siendo de pequeño tamaño, teniendo ciclos de vida cortos y dedicando su energía a dejar una descendencia numerosa abandonada a su suerte. La estrategia contraria, conocida como de la *K*, consistiría en alcanzar un gran tamaño e invertir en estructuras y adaptaciones que den ventajas competitivas, incluyendo el cuidado de una progenie reducida que tendría su supervivencia razonablemente garantizada. Pero esta estrategia es solo esperable en ambientes estables y predecibles, muy alejados de la imagen que se tenía de las lagunas costeras. Por ello, este papel se le venía asignando a las especies marinas migradoras (como mújoles, doradas, sargos, anguilas, lenguados, langostinos) que entrarían en las lagunas a explotar su productividad temporalmente y vuelven al mar a reproducirse.

La dominancia de especies oportunistas, estrategias de la *r*, las únicas capaces de soportar el estrés ambiental, condicionaría un ecosistema lagunar simple y poco diverso, apenas sin mecanismos de autorregulación y homeostáticos.

Este tipo de comunidad se corresponde con la definición de la *Biocoenose lagunaire euryhaline et eurytherme* de PÉRÈS & PICARD (1964), en su ya clásico “*Manuel de bionomie benthique*”, y ha sido asumida por una larga lista de autores (GUELORGET & MICHEL, 1979a, 1979b; AUGIER, 1982; CARRADA & FRESI, 1988) y en los inventarios de hábitats y acuerdos internacionales para la conservación, como OSPAR, Barcelona o Eunis (véase PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2011b para mayor detalle). Esta asunción tiene consecuencias nefastas a la hora de establecer medidas de gestión específicas para cada tipo de hábitats o aplicar las directivas europeas, como la Directiva Marco del Agua (DE BIASI *et al.*, 2003; PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2011a).

Pero, de hecho, las especies lagunares, no muestran solo características de estrategias de la *r*, como se venía asumiendo, sino que siguen más bien estrategias de la *K*. Los poblamientos lagunares están dominados por góbidos, blénidos y signátidos que producen un número bajo de huevos en puestas bentónicas que son cuidadas por los machos, o, incluso incubadas dentro de su propio cuerpo (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2013).

En contra de lo esperado, los ecosistemas lagunares son altamente complejos y presentan comunidades bien diferenciadas de las del mar abierto cuya composición específica viene determinada por el tipo de sustrato, la profundidad y el confinamiento (OCCHI-PINTI-AMBROGI *et al.*, 1988; PÉREZ-RUZAFÁ, 1989; PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2007a,

2011b). En el Charco de San Ginés, en las últimas expediciones realizadas a Lanzarote, hemos encontrado comunidades singulares encerradas en bolas formadas, básicamente, por el alga *Valonia aegagropila*. Dichas microcomunidades pueden llegar a ser altamente complejas, incluyendo esponjas, poliquetos, moluscos, anfípodos, ofiuras e, incluso, estrellas de mar, y constituir un sistema de autorregulación de las condiciones tróficas del Charco (GIL-RODRÍGUEZ *et al.*, 2012).

La heterogeneidad de las comunidades lagunares se manifiesta a múltiples escalas espacio-temporales (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2007a). En la columna de agua, que cabría suponer más homogénea, las condiciones cambian entre quincenal y estacionalmente, dependiendo del parámetro medido y a escalas espaciales entre uno y 10 km según se trate de la concentración de clorofila o de la distribución del ictioplancton (figura 16).

Los poblamientos bentónicos varían en apenas unos centímetros en el mediolitoral o a escala de metros con el tipo de sustrato, y a estos patrones se superponen los gradientes de confinamiento con cambios entre uno y 10 kilómetros.

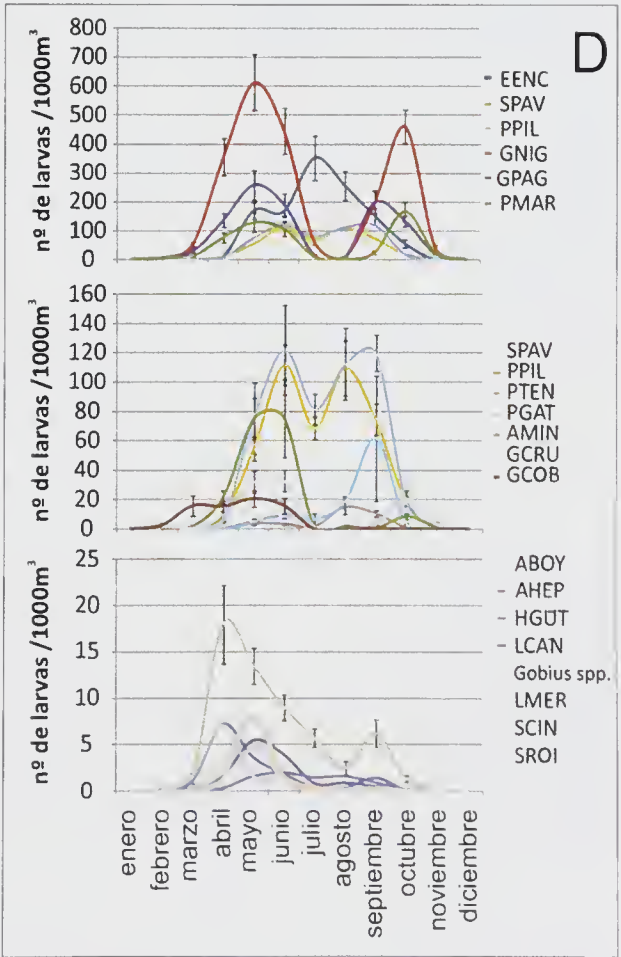
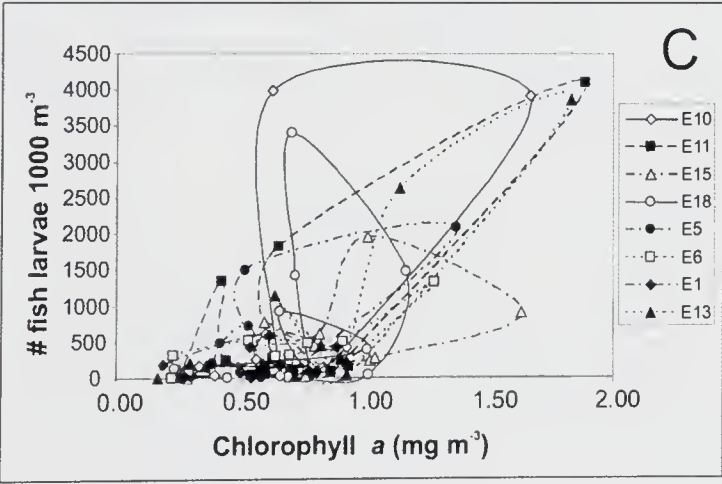
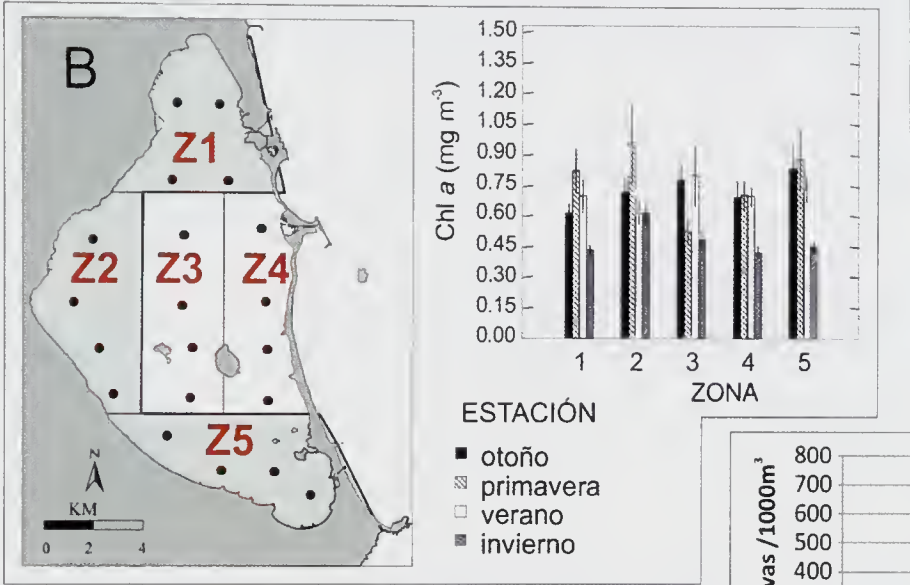
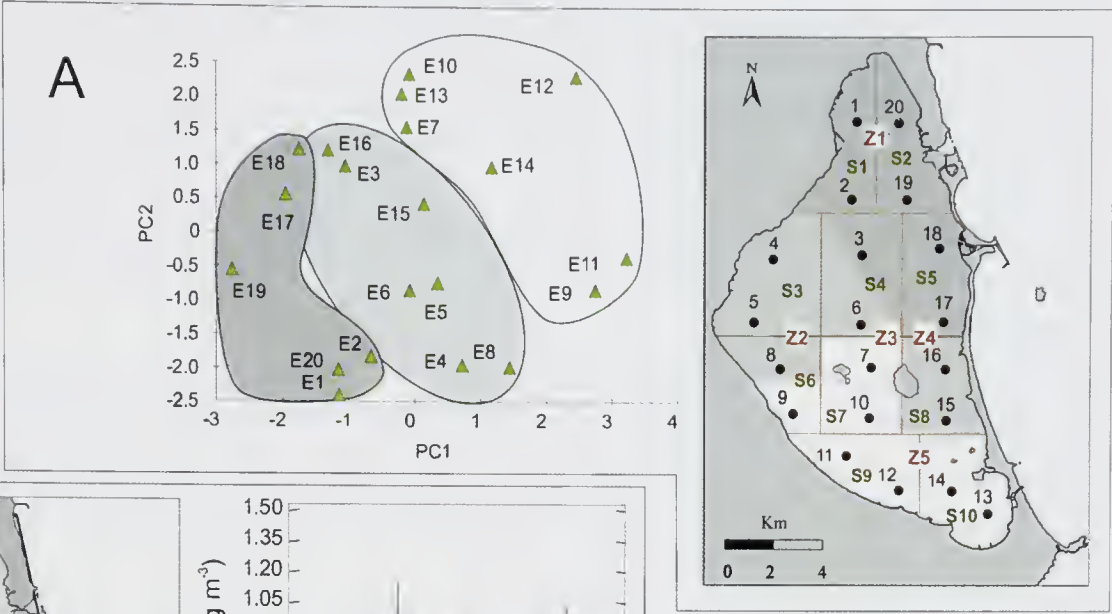
Lo interesante es que estos patrones son dinámicos, cambian con el tiempo y muestran desfases entre localidades, con máximos y mínimos poblacionales en meses o épocas del año diferentes dependiendo de las condiciones ambientales en cada localidad (figura 16B, C).

4.2. *De nuevo, el aislamiento como factor determinante del funcionamiento del ecosistema*

Como hemos comentado, al igual que en los sistemas insulares, uno de los principales determinantes del funcionamiento y de la variabilidad en los poblamientos y producción biológica lagunares es el aislamiento con respecto al mar (KJERFVE, 1994) o el confinamiento (PÉREZ-RUZAFÁ & MARCOS, 1993; MARIANI, 2001; GARNEROT *et al.*, 2004; PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2004; BENHISSOUNE *et al.*, 2005; CHAOUTI & BAYED, 2005; BOUCHEREAU *et al.*, 2008). Este parámetro fue definido inicialmente en

→

Figura 16.- Múltiples escalas de variabilidad espacial y temporal en los poblamientos pelágicos del Mar Menor. A) Diagrama de ordenación de las muestras de ictioplancton en el espacio definido por los dos primeros ejes de un análisis de componentes principales y distribución de los grupos caracterizados en el mapa de la laguna (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2004). B) Interacción significativa en un análisis de la varianza entre las distintas zonas y las estaciones del año y representación de las zonas caracterizadas en el mapa de la laguna (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2005). C) La variación de las relaciones entre la densidad de larvas de pecees y la clorofila *a* muestra una dinámica estacional en forma de ciclo límite. Este ciclo tiene una dinámica ligeramente diferente en cada localidad en cada momento. Estas oscilaciones y diferentes amplitudes del ciclo límite se explicarían biológicamente como el resultado de sobrecargas producidas por un retraso en la respuesta de la densidad de población de herbívoros a la cantidad de alimento disponible, o las diferencias en la estructura de la comunidad y de los ciclos de vida. Todo ello introduce controles homeostáticos y retardos en las respuestas de los sucesivos niveles tróficos (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2005); D) Dinámica media estacional de las larvas de pecees dominantes en el Mar Menor correspondientes a 8 años de seguimiento. En conjunto, las larvas cubren el ciclo productivo completo de la laguna. Además, el poblamiento es muy variable interanualmente. De las 75 especies encontradas, solo 14 están presentes todos los años y las demás muestran patrones aleatorios y distinta frecuencia de aparición (QUISPE *et al.*, en preparación).



los trabajos de Guelorget y colaboradores (GUELORGET & PERTHUISOT, 1983; GUELORGET *et al.*, 1983) como el tiempo de renovación del agua marina y el empobrecimiento en algunos oligoelementos de origen marino, pero fue redefinido hace ya años por nosotros como un gradiente en las tasas de colonización de especies marinas (PÉREZ-RUZAFÁ & MARCOS, 1992, 1993) en combinación con el resultado de la competencia que se establece entre éstas y las ya asentadas en la laguna. En dicha competencia, la afluencia suficientemente alta de especies alóctonas podría compensar las desventajas adaptativas al ambiente lagunar en las ecuaciones que determinan la dinámica de las poblaciones que interactúan.

Este modelo explicaría la variabilidad que muestran las comunidades lagunares en el espacio y en el tiempo, que dependerá de la conectividad del sistema, la capacidad de dispersión de las especies, los balances energéticos que les supone su adaptación a las condiciones lagunares y el resultado de la competencia por los recursos y el espacio con las especies autóctonas.

Así, los poblamientos lagunares estarían compuestos, por un lado, por las especies que viven y se reproducen en la laguna y, por otro, por visitantes regulares u ocasionales que las colonizan. Muchas de las especies que penetran en las lagunas, más o menos regularmente, no sobreviven, pero algunas pueden hacerlo como juveniles o como adultos, aunque los costos fisiológicos no les permiten reproducirse en el ambiente lagunar. La regularidad de su presencia dependerá de su abundancia en el mar abierto, su longevidad y del mantenimiento de condiciones favorables. Este último grupo incluye también a las especies típicamente migradoras y de mayor interés pesquero, siendo, además, prácticamente las únicas que son comunes a la inmensa mayoría de las lagunas de todo el mundo. Las especies que no pueden sobrevivir mucho tiempo en las condiciones lagunares no pueden ser abundantes y, a menudo, están restringidas a las proximidades de los canales de comunicación con el mar abierto. Finalmente, están las especies que penetran en la laguna, muchas veces tras la modificación de los canales de comunicación que conducen a cambios en las condiciones hidrográficas, y que pueden reproducirse en las nuevas condiciones. Estas especies pueden llegar a ser pobladores estables.

Este proceso tiene un elevado componente aleatorio ya que, excepto en el caso de las especies que migran intencionadamente, una fracción del poblamiento dependería de las probabilidades de colonización por azar de larvas y juveniles desde el mar abierto.

Esta aleatoriedad concuerda con el hecho de que de las 179 especies de peces inventariadas en las lagunas costeras Atlántico-Mediterráneas, solo 98 (apenas el 55% del total) están presentes en más de 2 lagunas (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2007b). En el caso de los macrofitos, de las 621 especies inventariadas, solo 45 (7% del total) son compartidas por más de 10 de las 73 lagunas estudiadas (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2011a). Igualmente, de los 944 taxones de macroinvertebrados recogidos en 26 lagunas, el 75% se observaron en menos de 3 (BASSET *et al.*, 2006). Incluso en una misma laguna, como Venecia, el 41% de las especies cambia de un año a otro (SIGOVINI, 2011).

Debido a que la mayoría de las especies tienen fases larvarias pelágicas, que pueden ser transportadas por las corrientes, y a la continuidad espacial que supone el océano, se presupone que la capacidad de dispersión de los organismos marinos es elevada (JONES, 2002). Sin embargo, algunos trabajos recientes empiezan a poner esto en duda (MORA & SALE, 2002; PALUMBI *et al.*, 2003).

Nosotros hemos modelado en las lagunas de Curonian, en el Báltico, Venecia en el Adriático, y el Mar Menor en el extremo suroccidental del Mediterráneo, tres de las mayores de Europa, la colonización o el intercambio de huevos y larvas entre las lagunas y el mar abierto, asumiendo que las larvas se desplazan como partículas pasivas inmersas en las masas de agua, y utilizando un modelo hidrodinámico acoplado a un módulo lagrangiano (GHEZZO *et al.*, 2015).

Los resultados muestran que las posibilidades de colonización desde el mar abierto son muy bajas y curiosamente lo son, en parte, independientemente de las tasas de renovación del agua.

Las tres lagunas muestran tasas de renovación muy distintas, desde apenas 12 días en Venecia hasta casi un año en el caso del Mar Menor. Sin embargo, la probabilidad de colonización pasiva de una larva es inferior en las tres lagunas al 0.2 %. Esto puede suponer, no obstante, un número suficiente de individuos para mantener los flujos genéticos y poblaciones estables, incluso en las especies que no se reproducen en la laguna.

4.3. Las lagunas costeras como modelo de ecosistema complejo con capacidades homeostáticas

La variabilidad espacio-temporal que se deriva de un modelo como el descrito, abre un abanico de posibilidades inesperadas a la organización de las redes tróficas que garantizan un funcionamiento estable con componentes altamente variables.

Cuando se analiza la capacidad de respuesta del Mar Menor a la entrada de nutrientes, se encuentran nuevas sorpresas, que empiezan a no serlo tanto en el contexto de lo que estamos mostrando.

El Mar Menor ha sido desde siempre una laguna fuertemente oligotrófica, es decir, con bajas entradas de nutrientes, lo que ha hecho que su productividad se base, sobre todo, en la vegetación bentónica, siendo el principal macrófito la fanerógama *Cymodocea nodosa*, conocida en Canarias como seba. En la década de 1970, tras un cambio drástico en las condiciones lagunares con el ensanchamiento y dragado de la gola de El Estacio para la construcción de un puerto deportivo y un canal navegable, las condiciones hidrográficas lagunares sufrieron cambios que propiciaron la colonización y rápida expansión del alga *Caulerpa prolifera*. En ambos casos, la escasez de nutrientes y el papel de las praderas de macrófitos mantenían las aguas limpias y transparentes.

En los últimos 20 años, sin embargo, como consecuencia del desarrollo urbano y agrícola en la cuenca de drenaje, se ha producido un incremento en las entradas de nutrientes a la laguna.

En condiciones oligotróficas, como las originales, la vegetación dominante consiste en fanerógamas marinas. Estas plantas, al ser de origen terrestre, mantienen la capacidad de captar los nutrientes directamente del sedimento. Al ser plantas de crecimiento relativamente lento y perennes, el aporte de materia orgánica al sedimento es reducido y este se mantiene bien oxigenado, albergando una microflora de cianofíceas que capta también los nutrientes en la interfase agua-sedimento.

La eutrofización es un proceso que se inicia con el incremento de las concentraciones de nutrientes en el agua. Esto hace que las fanerógamas marinas sean recubiertas por epífitos y, poco a poco, sustituidas por macroalgas que tienen la capacidad de captar los nutrientes directamente de la columna de agua y son de crecimiento más rápido. Si la entrada

de nutrientes es superior a la capacidad de ser asimilados por el sistema, se produce la proliferación del fitoplancton. Estas microalgas, al tener una relación superficie-volumen muy superior, captan mucho más rápidamente los nutrientes y tienen tasas de crecimiento mucho más elevadas. Si los nutrientes son muy abundantes, el fitoplancton constituido por células pequeñas es reemplazado por especies con células grandes, y su proliferación continúa hasta que su densidad es tal que el agua adquiere un color verde intenso y se produce el sombreo del fondo limitando el crecimiento de la vegetación sumergida, con la descomposición de la materia orgánica bentónica y la subsecuente producción de anoxia en el sedimento y luego en la columna de agua.

Como consecuencia de los cambios en los usos del suelo, a finales de la década de 1990, las concentraciones de nitrato en las aguas del Mar Menor, eran diez veces más altas que en las décadas anteriores, especialmente durante la primavera y el verano (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2002; PÉREZ-RUZAFÁ & ARAGÓN, 2002).

Con el cambio en el régimen de entrada de nutrientes, la columna de agua ha pasado de ser oligotrófica a eutrófica, proveyendo las condiciones para el crecimiento de células fitoplanctónicas y las consecuencias que esto implica, incluyendo la reducción en la calidad de las aguas y la penetración de la luz.

Sin embargo, los cambios predichos por el modelo general de eutrofización no se han producido. En general, las aguas mantienen una calidad inesperada y los niveles de clorofila en la columna de agua se mantienen iguales o inferiores a los de hace 30 años. La comparación de los espectros de tamaños de la comunidad planctónica nos muestra también que la pendiente y la dinámica general del sistema se mantienen aparentemente inalteradas (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2002).

La explicación a esta anomalía la encontramos en una insospechada capacidad de autorregulación del ecosistema lagunar. A raíz de los cambios en el estado trófico de las aguas, desde 1995, durante la primavera y el verano tiene lugar una fuerte proliferación de las medusas *Rhizostoma pulmo* y *Cotylorhiza tuberculata* que colonizaron el Mar Menor como consecuencia del agrandamiento del Estacio. Las tres especies presentes reparten su ciclo anual con máximos entre la primavera y el verano, minimizando su solapamiento. *Aurelia aurita*, la única especie autóctona del Mar Menor, es ahora la menos abundante y tiene su máxima densidad en primavera (abril y mayo). Por su parte, *Rhizostoma pulmo* comienza a proliferar en mayo, mientras que *Cotylorhiza tuberculata* tiene su pico de abundancia en junio y julio, alcanzando más de 12 individuos por 100 m³. A mediados del verano de 1997 estimamos una población de medusas en toda la laguna del orden de 40 millones de individuos (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2002).

De este modo, se observa que los niveles superiores de la red trófica, en este caso el plancton gelatinoso y el ictioplancton, ejercen un control de arriba a abajo (*top-down*), que mantiene bajos los niveles de clorofila, aunque eso sí, sosteniendo poblaciones muy elevadas de medusas y con un cierto repunte en la producción pesquera (figura 17).

El sistema de interrelaciones tróficas que tiene lugar es complejo. Las medusas se alimentan mayoritariamente de diatomeas y tintínidos, y en menor medida de copépodos, sobre todo en el caso de *Cotylorhiza tuberculata*, y larvas veliger (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2002). El control ejercido sobre las diatomeas grandes explica las bajas concentraciones de clorofila en la columna de agua. Los tintínidos, el segundo componente en importancia numérica en los contenidos estomacales de las medusas, se alimentan principalmente

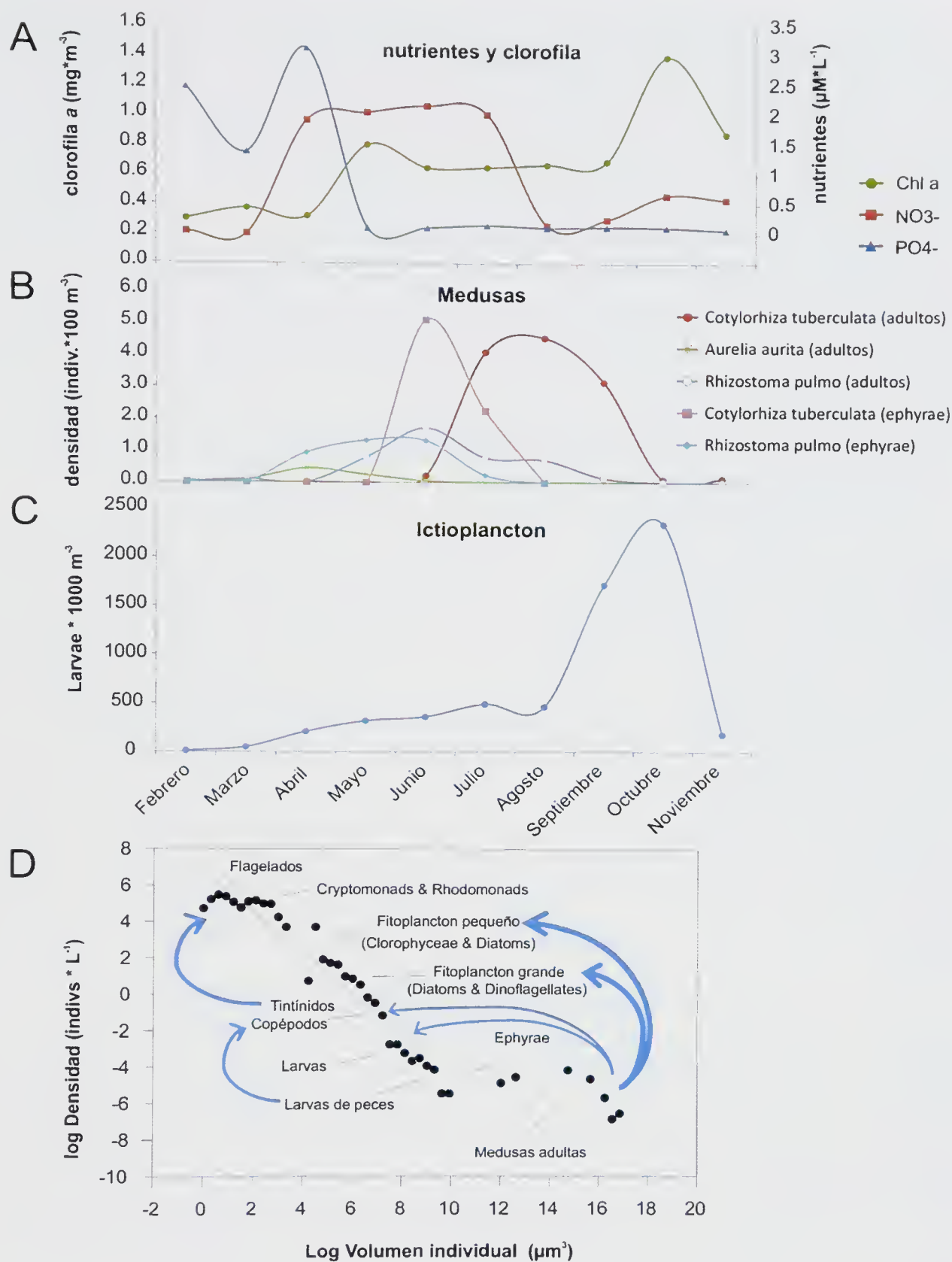


Figura 17.- Dinámica temporal de los principales componentes del sistema pelágico del Mar Menor y mecanismos de control en la red trófica. A) Dinámica mensual de la concentración de nutrientes y clorofila en la columna de agua; B) dinámica mensual de las medusas *Aurelia aurita*, *Rhizostoma pulmo* y *Cotylorhiza tuberculata*; C) dinámica mensual del ictioplancton (de PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2002); D) ejemplo de espectro de biomasa pelágico ordenado desde los flagelados pequeños ($2 \mu\text{m}$ de diámetro) a las medusas adultas (hasta 40 cm de diámetro), mostrando las relaciones tróficas que conducen al control de arriba abajo (*top-down*) que ejercen las medusas y el ictioplancton sobre los distintos compartimentos de acuerdo con PÉREZ-RUZAFÁ *et al.* (2002, 2005).

de bacterias, flagelados heterotróficos y pequeñas células de fitoplancton, por lo que el efecto de las medusas extrayendo tintínidos puede considerarse un mecanismo de control *top-down* indirecto sobre las fracciones pequeñas del espectro de tamaños que favorece la eliminación de la materia orgánica particulada. Mediante el ramoneo de copépodos, las medusas también actúan indirectamente sobre el fitoplancton pequeño, reduciendo el control *top-down* que realizarían aquellos sobre esta fracción, pero evitando que su excesivo número reduzca la transparencia de las aguas. La combinación de efectos directos e indirectos sobre distintos tramos del espectro de tamaños y de los mecanismos de control como la competencia por los recursos disponibles (*bottom-up*) y la depredación (*top-down*) (LEHMAN, 1991, COTTINGHAM, 1999) se traduce en una estructura de tamaños diferente a la que cabría esperar bajo condiciones de eutrofia y semejante a la que existía hace 30 años.

El ictioplancton también juega su papel regulador, actuando, sobre todo, sobre las poblaciones de copépodos y otros herbívoros de pequeño tamaño.

El resultado final es que, en contra de lo que predicen los modelos habituales de eutrofización en los sistemas acuáticos (CLOERN, 2001), en los que el incremento de nutrientes produce un incremento directo en la concentración de clorofila, en el Mar Menor, la relación entre clorofila y nutrientes es negativa a pequeña escala temporal (diaria), lo que sugiere que el fitoplancton regula dichas concentraciones, pero positiva a mayores escalas (mensual o estacional), lo que sugiere, a su vez, que la producción primaria aumenta y se detecta a largo plazo, pero la respuesta de los productores primarios al enriquecimiento orgánico es muy rápida. En este proceso, el nitrógeno y el fósforo se alternan como factores limitantes de la producción primaria. De hecho, aunque la relación entre las concentraciones de clorofila *a* y nutrientes no muestra ningún patrón reconocible a pequeña escala, a escala anual surge un ciclo marcado por la relación N:P de Redfield. Al mismo tiempo, la correlación significativamente positiva entre la concentración de clorofila y la densidad de larvas de peces a todas las escalas temporales, pone de manifiesto el papel regulador del ictioplancton sobre los herbívoros (control *top-down*).

La dinámica temporal de la relación entre la abundancia de larvas de peces y la concentración de clorofila en la columna de agua muestra también un ciclo límite que se asemeja al simulado por SCHEFFER (1998) para las interacciones entre zooplancton y algas (figura 17C). Como establece dicho autor, las oscilaciones, o las diferencias en la amplitud de dicho ciclo en las distintas localidades, puede explicarse como el resultado de sobreimpulsos producidos por el retardo en la respuesta de la abundancia de herbívoros con respecto al alimento disponible, o por las diferencias en la estructura de los poblamientos y los ciclos de vida, lo que introduciría controles homeostáticos y desfases en la respuesta de los sucesivos niveles tróficos.

Estos resultados muestran, de acuerdo con CLOERN (2001), que el problema de la eutrofización costera implica distintos procesos y factores, y probablemente distintas escalas temporales de respuesta, a través de la red trófica. El sistema complejo resultante constituiría un componente importante de lo que CLOERN (2001) denomina un filtro que modula la respuesta de la señal de cambio en la carga de nutrientes en los ecosistemas marinos costeros y estuáricos frente a los de aguas dulces.

La respuesta de las redes tróficas planctónicas al enriquecimiento por nutrientes en los ecosistemas marinos costeros varía enormemente de un ecosistema a otro, debido al

amplio rango de efectos, tanto directos como indirectos, del proceso de eutrofización (KERFOOT & SIH, 1987; De ANGELIS, 1992; SCHEFFER, 1998) y a las diferencias en los mecanismos de control. Cuando no existen mecanismos homeostáticos suficientemente desarrollados y el sistema está controlado por el ambiente, desde abajo (control *bottom-up*), el resultado es el patrón general de sustitución de las fanerógamas por macroalgas y de estas por fitoplancton y la ocurrencia de proliferaciones masivas y eventos de anoxia (NIENHUIS, 1992b). Este tipo de eventos distróficos son frecuentes en muchas lagunas costeras (AMANIEU *et al.*, 1975; BOUTIERE *et al.*, 1982; REYES & MERINO, 1991; Ferrari *et al.*, 1993; SFRISO *et al.*, 1995; VIAROLI *et al.*, 1996, 2001; GIANMARCO *et al.*, 1997; GUYONEAUD *et al.*, 1998; BACHELET *et al.*, 2000; SAKKA HLAILI *et al.*, 2007; SPECCHIULLI *et al.*, 2009; GIUSTI *et al.*, 2010). Pero, hasta la fecha, no en el Mar Menor. La depredación y el ramoneo sobre los niveles más bajos de la red trófica puede ser un mecanismo de control muy eficiente facilitando vías alternativas al flujo de energía en la red trófica, extrayendo los excedentes de biomasa generados por la abundancia de nutrientes (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2002) y dando opciones a especies raras y poco abundantes.

La variabilidad en los componentes forzada por una colonización al azar y la heterogeneidad espacial y, por tanto, la posibilidad de ser sustituidos cuando las condiciones ambientales son cambiantes seguramente juegan un papel importante en las propiedades homeostáticas del sistema.

De hecho, los estudios realizados durante los últimos 15 años sobre el ictioplancton lagunar muestran que la conectividad juega también un papel importante en la estructuración de sus poblamientos. El ictioplancton presenta una alta diversidad pero con patrones de distribución espacial y de dinámica temporal muy variables e impredecibles tanto a escalas estacionales como interanuales. De hecho, la suma de las variables hidrográficas y de conectividad pueden explicar únicamente el 42% de la composición y estructura de los poblamientos ictioplanctónicos, siendo más del 57 % atribuible a procesos estocásticos.

Las restricciones en los canales de comunicación y las barreras físico-químicas marcadas por las fuertes diferencias en la salinidad y la temperatura, y el propio azar inherente al proceso, imponen tasas bajas de colonización que impiden que el sistema se homogenice rápidamente. De este modo, las especies dominantes no llegan a excluir a las raras y se abre un abanico de posibilidades para el mantenimiento de una diversidad elevada y de adaptaciones al cambio. Al igual que con la vida y con las islas, las restricciones al flujo de energía, permiten generar estructura, en este caso en el ecosistema lagunar.

Procesos semejantes y una función similar pueden estar teniendo lugar en el Charco de San Ginés con las comunidades de *Valonia aegagropila*. Algo, cuyo estudio en detalle tenemos pendiente.

Será interesante plantearse cómo el mantenimiento de un núcleo relativamente reducido de elementos estables y un porcentaje elevado de elementos recambiables y con una alta tasa de renovación facilita la estabilidad del sistema, su capacidad de respuesta a las fluctuaciones ambientales y su persistencia en el tiempo. Algo que quizás sería también aplicable a las empresas e instituciones humanas frente a los avatares de la economía y las crisis sociales.

5. UNA TEORÍA UNIFICADA PARA EXPLICAR LA BIODIVERSIDAD Y LA COMPLEJIDAD DE LOS ECOSISTEMAS SEMI-AISLADOS

La explicación al funcionamiento de archipiélagos y lagunas costeras podría encontrarse en la física de los sistemas complejos autoorganizados y alejados del equilibrio termodinámico. Los físicos han estado años buscando una teoría unificada que pudiera reunir las leyes del mundo macroscópico newtoniano con el mundo cuántico. Es innegable, que incluir en dicha teoría los procesos biológicos resultaría más que interesante. La sencillez y elegancia de las ecuaciones que describen los procesos físicos, como la de la equivalencia entre masa y energía de Einstein, supone un estímulo evidente y sugiere que el universo responde a leyes sencillas. Pero como expresan GOLDENFELD & KADANOFF (1999) “*Todo es simple, ordenado y expresable en ecuaciones matemáticas... todo es simple, por supuesto, excepto el mundo*”. En las últimas décadas, la Ecología ha luchado por dejar de ser una ciencia blanda (PETERS, 1991) y los ecólogos, emulando a los físicos, quisiéramos encontrar una teoría unificada de la biología que dé sentido y explique desde los mecanismos de proliferación celular a los procesos evolutivos y de expansión de la vida, de la apoptosis celular a la muerte individual y las extinciones en masa. En este empeño por encontrar cuáles son las leyes que regulan la vida, nos encontramos con que la vida, y por tanto los ecosistemas, son complejos, surgiendo el concepto de sistemas complejos adaptativos. Sistemas que se auto-organizan, se reproducen, evolucionan haciéndose más eficientes y complejos, amplían su adyacente posible, y de los que emergen propiedades, que no podrían ser predichas por la mera descripción de los componentes del sistema.

5.1. La física en la base de la definición y el funcionamiento de la vida.

Complejidad de la vida a través de los niveles de organización biológica

Aunque cueste asumirlo, definir la vida sigue siendo uno de los retos de la biología. La vida es un fenómeno *a priori* imposible que, no obstante, parece que es inevitable. Está en aparente contradicción con la segunda ley de la termodinámica, que predice que de forma inexorable todo sistema que mantiene diferencias de energía con su entorno (es decir tiene una estructura) terminará desorganizándose y homogeneizándose. El parámetro que los físicos utilizan para medir el grado de desorden o de falta de estructura es la entropía. La ley predice que, de forma espontánea, la entropía tiende a aumentar hasta un límite y este proceso es irreversible. Sin embargo, la vida genera estructura, y reduce su entropía, aparentemente de forma espontánea.

La mejor definición que yo podría encontrar para la vida es desde el ámbito de la física. La vida es un sistema abierto, adaptativo, complejo, que logra mantener su estructura e identidad, y así neutralizar los efectos de la segunda ley de la termodinámica, tomando del entorno energía de alta calidad y materiales que la contengan y devolviéndolos degradados (figura 18).

En este proceso, el organismo vivo tiene que interponer resistencias al flujo de la energía para poder generar trabajo, y dicho trabajo lo utiliza para construirse y mantenerse a sí mismo mediante reacciones que se retroalimentan (KAUFFMAN, 2003).

Este tipo de sistemas, básicamente los sistemas vivos, pero también cualquier estructura derivada de la actividad humana, desde una empresa a un imperio, se han denominado sistemas complejos adaptativos alejados del equilibrio termodinámico. El re-

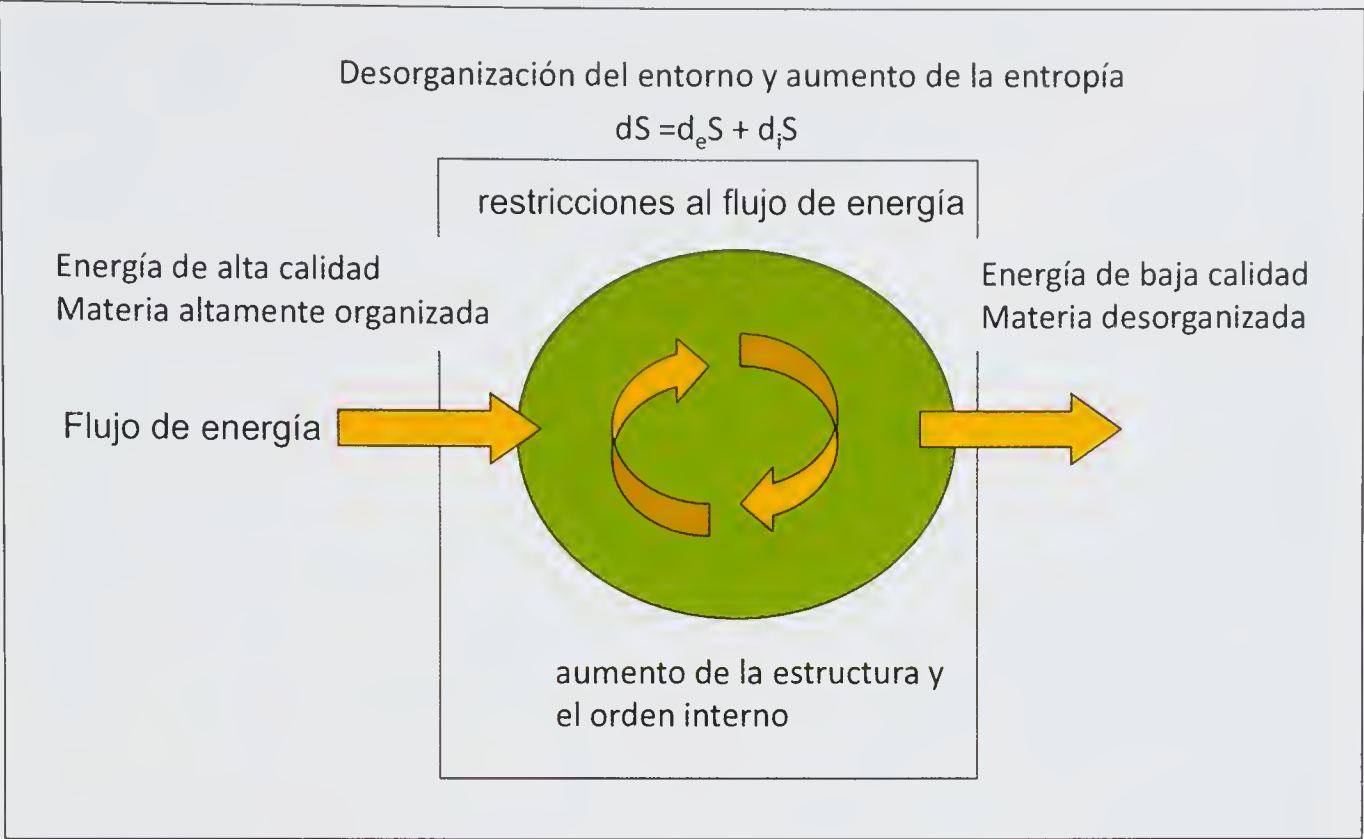


Figura 18.- Esquema representativo de un sistema vivo. Los seres vivos aprovechan o generan gradientes físicos y químicos en los que hay un flujo de energía al que le oponen resistencias para así producir un trabajo que utilizan para construirse a sí mismos. Con ello aumentan su complejidad y su eficiencia en la utilización de la energía y el control sobre el ambiente. De este modo, contrarrestan los efectos de la segunda ley de la termodinámica sobre sí mismos, pero a costa de desorganizar el entorno. Los sistemas más estructurados y eficientes pueden aprovechar y regular mejor los flujos de energía y adquieren más fácilmente mayor complejidad y control que los menos complejos. En la ecuación, dS es la variación de entropía, $d_e S$ el flujo de entropía que se produce en el intercambio con el medio y $d_i S$ es la producción de entropía en el interior del sistema, de acuerdo con PRIGOGINE (1978).

conocimiento de que el desequilibrio termodinámico puede originar orden cuando hay estructuras disipativas implicadas (PRIGOGINE, 1978) condujo, posteriormente, al concepto de complejidad y al reconocimiento de la existencia de sistemas complejos que se autoorganizan (COVENEY, 2003). De la interacción entre las unidades que constituyen un sistema complejo emergen propiedades que no eran predecibles estudiando simplemente los componentes, como son el potencial de evolucionar con el tiempo, la propia capacidad de autoorganizarse y las propiedades homeostáticas que surgen de la biodiversidad de un ecosistema.

De un planteamiento tan sencillo pueden derivarse conclusiones transcendentales. Una es que los procesos de construcción requieren un trabajo que se logra poniendo resistencias al flujo de energía. Este proceso suele ser lento, y esto convierte el tiempo en, posiblemente, el mayor factor limitante para los seres vivos después de la disponibilidad de energía. Por el contrario, los procesos de destrucción o degradación suelen ser muy rápidos en cuanto los mecanismos de oposición a la segunda ley de la termodinámica se desactivan.

Otra consecuencia es que contaminar es inevitable. La vida no puede mantenerse a sí misma, y menos desarrollarse, si no degrada el entorno. De hecho, el incremento de entropía es utilizado como la principal huella reconocible de la existencia de vida (MEYS-MAN & BRUERS, 2010). Pero este es un problema para tratar en otro momento.

5.2. *Los ecosistemas como nivel más alto de sistema complejo adaptativo.*

Sucesión ecológica: El proceso de construcción. Morir para existir para siempre

Esta estructura funcional se repite en todos los niveles de organización biológica, en los que surgen otras propiedades aún más llamativas, como la de mejorar la eficiencia de funcionamiento, adaptarse a condiciones cambiantes, aprender, interpretar patrones para anticipar el futuro e incluso tener conciencia de sí mismos. Lo que cambia a lo largo de esta sucesión de niveles biológicos es, simplemente, la complejidad del sistema y las escalas, espaciales y temporales, a las que se producen las nuevas relaciones que se establecen. Tenemos una auténtica estructura fractal en la que en cada nivel podemos observar procesos semejantes, pero que dan lugar a propiedades emergentes diferentes.

Los procesos de construcción siguen patrones semejantes en los distintos niveles aunque, nuevamente, con escalas temporales que van de los pocos minutos en algunos procesos celulares, toda una vida en el caso de los individuos, lo que puede suponer unos meses o decenas de años, décadas a siglos en el caso de los ecosistemas, y hasta miles de años y eras geológicas en el caso de la evolución de la vida. En todos los casos se repite lo que ya hemos comentado, los procesos de construcción, por ejemplo a lo largo de la sucesión ecológica que es el proceso por el que se construye y evoluciona un ecosistema, son lentos, pero los de destrucción son rápidos y más explicables por la teoría de las catástrofes que por un proceso lineal fácilmente modelable.

Un aspecto fascinante es el papel que juegan en el proceso de mantenimiento de la vida, la muerte y las extinciones locales o globales que producen las catástrofes ecológicas, desde las erupciones volcánicas o fenómenos climáticos como el Niño, a las caídas de meteoritos. En este juego, el resultado es que “Los ecosistemas persisten, pero sus componentes cambian de manera inevitable” (MARGALEF, 1991).

5.3. *Lo que podemos aprender de las lagunas costeras y de los sistemas insulares*

El estudio de las lagunas costeras y de los archipiélagos no ha hecho más que empezar a ofrecer posibilidades para la comprensión de la organización de los ecosistemas y de los sistemas complejos adaptativos en general. Desde el punto de vista meramente físico, las restricciones que los archipiélagos ofrecen al flujo que suponen las corrientes conducen a la aparición de estructuras oceanográficas complejas en forma de zonas de afloramiento y remolinos (*eddies*) (ARÍSTEGUI *et al.*, 1994), con efectos importantes en la productividad biológica y la biodiversidad (figura 19). Por otro lado, aparte del papel que juegan las restricciones a la colonización y la sustitución aleatoria y dinámica de los componentes de la red trófica en la configuración de comunidades complejas con alta capacidad homeostática, los procesos selectivos en el interior de las lagunas y en el contexto de la heterogeneidad ambiental que ofrece un archipiélago, pueden estar desempeñando una función esencial en el mantenimiento de la diversidad genética de las especies marinas. Las poblaciones que colonizan o se desarrollan, por ejemplo, en las lagunas presentan ale-

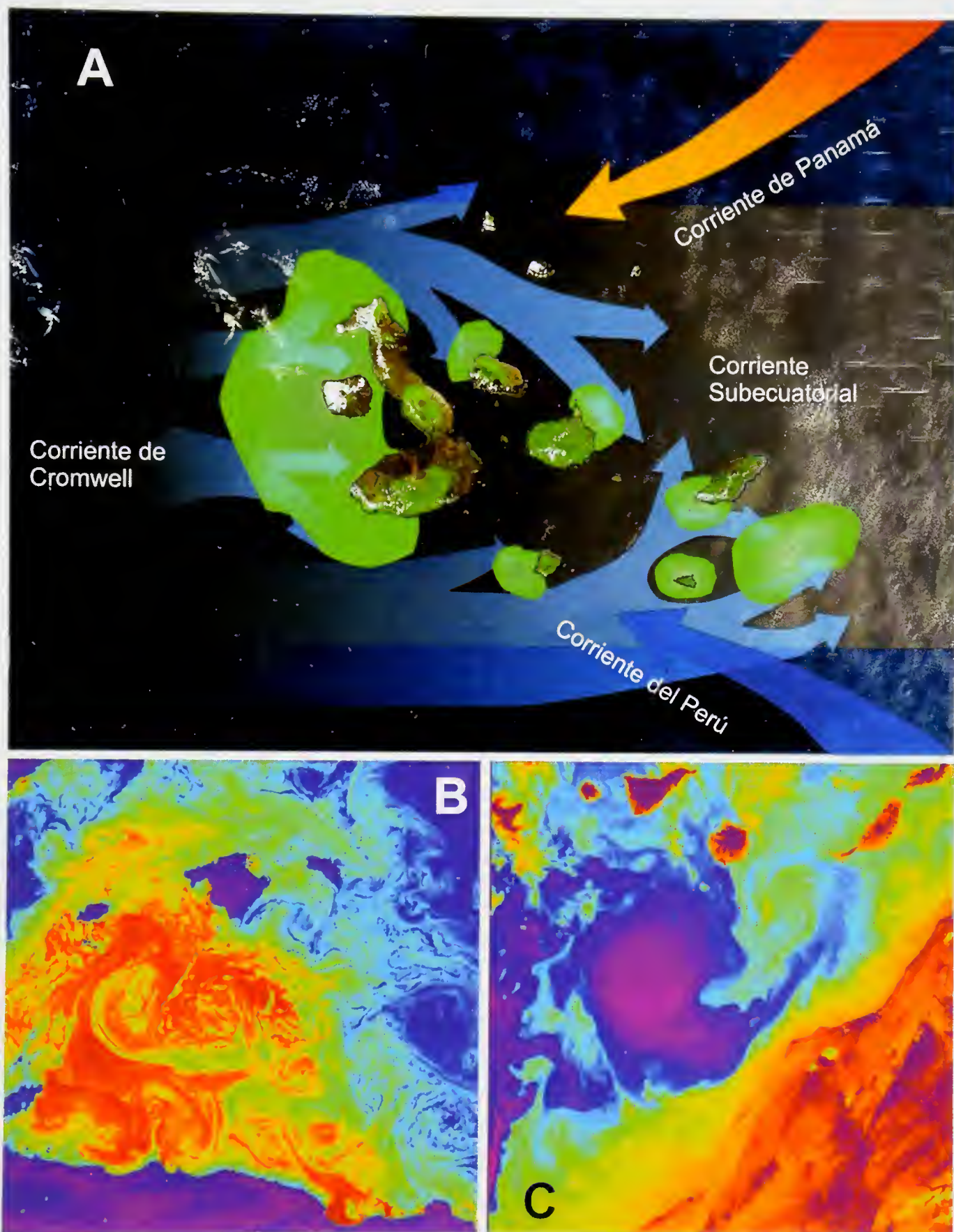


Figura 19.- La resistencia que los archipiélagos oponen al flujo de energía que suponen las corrientes marinas se traduce en la aparición de estructuras oceanográficas complejas que a su vez conducen a la estructuración de las comunidades marinas. A) Corrientes marinas cálidas (flechas naranjas) y frías (flechas azules) que afectan al archipiélago de Galápagos y principales áreas de afloramiento de aguas profundas con alta productividad biológica (áreas marinas verdes); B) estructuras oceanográficas producidas en el archipiélago Balear; C) estructuras oceanográficas en Canarias.

los que son muy raros en el mar abierto (VERGARA-CHEN *et al.*, 2010a y b). Aún no sabemos si este proceso de amplificación es fruto del cuello de botella que produce el azar y las restricciones en la colonización, o un proceso selectivo. Quizás ambas cosas. Lo cierto es que esto juega un papel esencial en el mantenimiento de la diversidad genética de estas especies, preservando o dirigiendo adaptaciones que permiten la supervivencia en condiciones extremas y de cambio climático (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2011c).

Por otro lado, las lagunas costeras presentan una gran paradoja. De acuerdo con la teoría ecológica (ODUM, 1953), los sistemas más productivos se corresponden con las fases tempranas de la sucesión y son relativamente simples en estructura. Por el contrario, los sistemas maduros y complejos que han alcanzado el climax, presentan capacidades homeostáticas muy desarrolladas, pero son improductivos. Sin embargo, las lagunas costeras están entre los sistemas más productivos en el océano y, al mismo tiempo, como hemos visto, muestran una elevada diversidad y mecanismos homeostáticos bien desarrollados.

Además, la elevada productividad de las lagunas costeras parece no estar relacionada únicamente con la producción fitoplanctónica de sus aguas. En el caso de las lagunas oligotróficas, como el Mar Menor, o moderadamente eutróficas, como Thau o Venecia, la producción pesquera es tan alta como en otras más eutróficas. De hecho, al estudiar la relación de la producción pesquera con las principales características geomorfológicas y tróficas de medio centenar de lagunas, se observa que la producción pesquera está también relacionada positivamente con un índice indicativo de la complejidad del perímetro lagunar en relación a su tamaño, y que las capturas por unidad de esfuerzo, lo están negativamente con la profundidad y la superficie. Esto sugiere que el rendimiento pesquero podría estar relacionado con la intensidad de los gradientes físicos y químicos a través del elevado número de fronteras que presentan estos ambientes y que conllevan un gran potencial para generar trabajo y, por tanto, producción biológica.

Un gradiente es el cambio de un campo escalar en una dirección dada. El campo vectorial de un gradiente de una función escalar $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ viene dado por la expresión

$$\nabla f(x) \times v = D_v f(x)$$

donde, ∇f es el gradiente de f y $D_v f(x)$ es la derivada direccional de f a lo largo del vector v .

La intensidad de un gradiente depende tanto del rango de variación de un parámetro determinado entre sus extremos, como de la distancia entre ambos valores. Y viene dado por la expresión:

$$\mathbf{F} = -\nabla U = -\hat{\mathbf{x}} \frac{\partial U}{\partial x} - \hat{\mathbf{y}} \frac{\partial U}{\partial y} - \hat{\mathbf{z}} \frac{\partial U}{\partial z}$$

donde ∇ representa el operador diferencial vectorial; U es una función escalar y $\delta x, \delta y, \delta z$ son los vectores unitarios estándar en las tres dimensiones del sistema de coordenadas cartesianas.

En un contexto general, los gradientes de magnitudes escalares pueden ser considerados como fuerzas capaces de generar flujos físicos y químicos, y en su caso trabajo. Y,

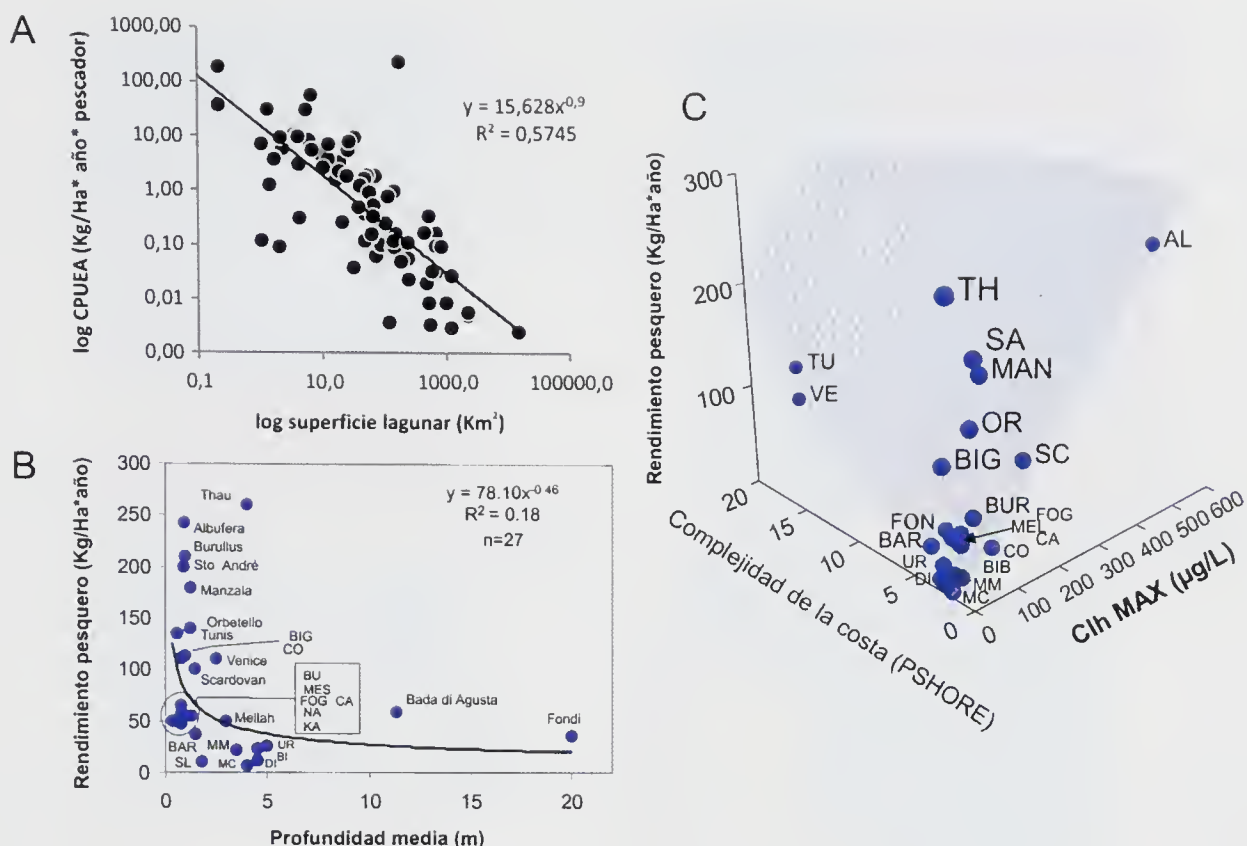


Figura 20.- Además de con la concentración de clorofila *a* (C), el rendimiento pesquero de las lagunas costeras viene determinado por la intensidad de los gradientes físico-químicos que probablemente determinan la producción biológica, como lo demuestra su relación negativa con la superficie (A) y la profundidad (B) lagunares y su incremento al aumentar la complejidad de la línea de costa comparada con el tamaño de la laguna (PSHORE)(C) (a: PÉREZ-RUZAF & MARCOS, 2012; b y c: PÉREZ-RUZAF *et al.*, 2005).

como hemos visto, de hecho, la vida se caracteriza por su capacidad para utilizar los flujos de materia y energía para generar trabajo y construirse a sí misma (KAUFFMAN, 2002).

En las lagunas costeras ambos aspectos actúan aumentando la intensidad de los gradientes ya que las fuertes diferencias en los distintos parámetros ambientales y concentración de sustancias, tienen lugar en distancias muy cortas, lo que explicaría su elevada producción biológica y pesquera (PÉREZ-RUZAF *et al.*, 2007b; PÉREZ-RUZAF & MARCOS, 2012) (figura 20).

Las principales fronteras a través de las cuales se expresan estos gradientes son el perímetro costero que pone en contacto la laguna con los ecosistemas terrestres y de agua dulce, los canales que comunican las masas de agua lagunares con las del mar abierto, y las interfases agua-atmósfera, en la superficie, y entre el sedimento y la columna de agua, en el fondo.

Esta aproximación es semejante a la formulación de un campo eléctrico, *E*, (figura 21C) que está definido, de hecho, por un gradiente de cargas eléctricas o voltaje (*V*):

$$E = -\nabla V$$

y el trabajo realizado contra el campo por unidad de carga al movernos entre dos puntos A y B situados a una distancia *s*, viene dado por la expresión:

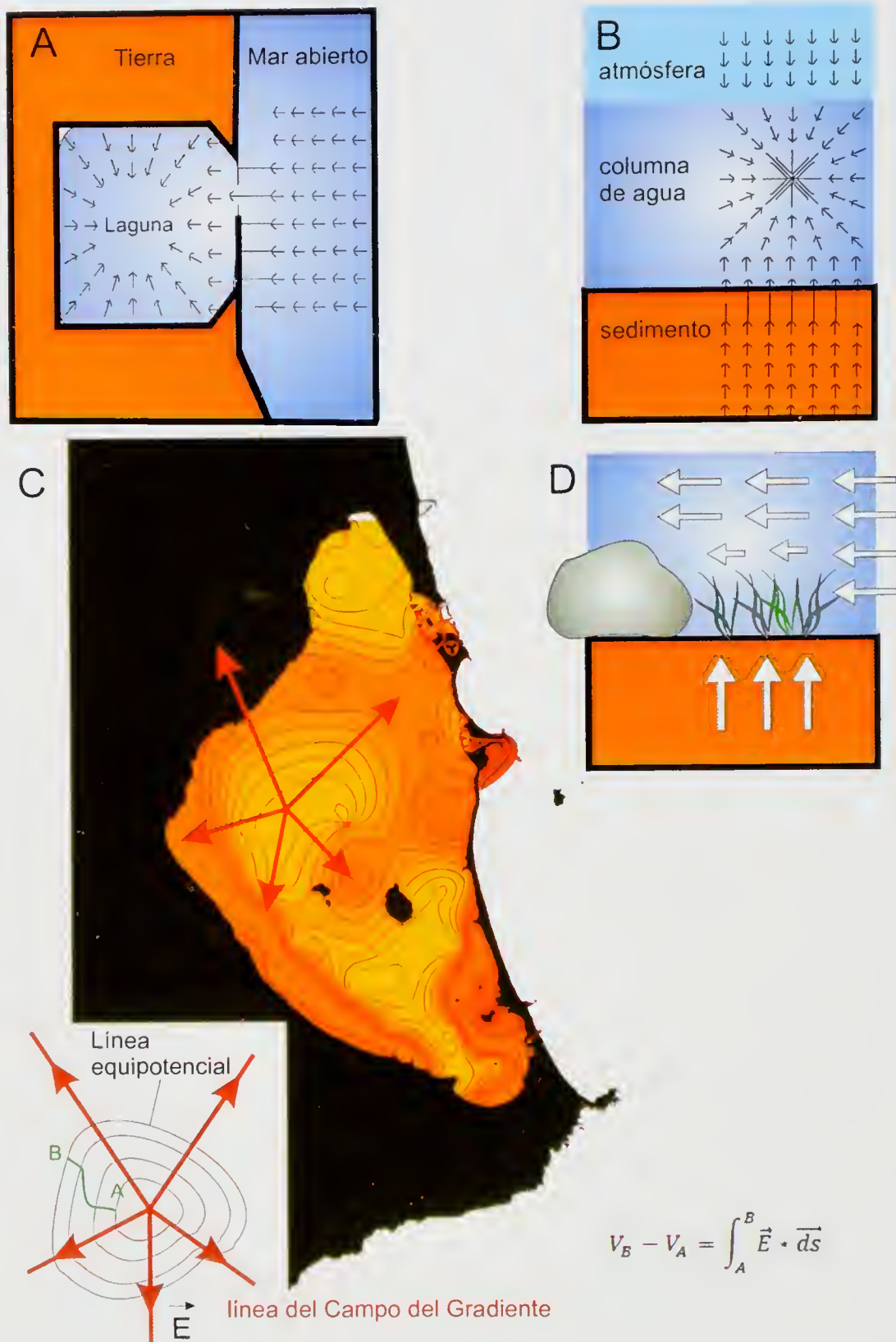


Figura 21.- Las lagunas costeras presentan multitud de gradientes, con importantes diferencias en sus extremos en los distintos parámetros físico-químicos entre el ambiente terrestre y el lagunar y entre la laguna y el mar abierto (A), entre el sedimento y la columna de agua, y entre esta y la atmósfera (B). Estos gradientes pueden interpretarse como los de un campo eléctrico, con capacidad de generar trabajo físico (C). Para que los flujos de materia y energía puedan convertirse en trabajo es necesario oponerles una resistencia, que en el caso de las lagunas costeras, por ejemplo, estarían producidas por las restricciones que imponen las barras arenosas con canales estrechos de comunicación entre la laguna y el mar abierto (A), los bloques y piedras en el fondo o las praderas de algas y fanerógamas marinas (D).

$$V_B - V_A = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

y la energía U producida por los distintos gradientes que suponen una cinética de las masas de agua vendría dada por las ecuaciones tradicionales y una expresión del tipo

$$U = \frac{1}{2} m v^2$$

que podría aplicarse a las corrientes y los procesos de advección y donde m es la masa y v la velocidad con la que se desplaza.

Una ecuación más general sería la que determina la energía acumulada por los campos eléctricos o magnéticos y que, respectivamente, toma las formas

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \qquad U = \frac{1}{2} L I^2$$

donde C es la capacitancia y L la autoinducción del conductor y que podrían definirse para cada laguna o archipiélago en función de sus características geomorfológicas (desarrollo costero, profundidad, conectividad con el mar o entre grupos de islas, etc.).

V (el equivalente del voltaje) o I (la intensidad que atraviesa el conductor) vendrían determinados por la diferencia de concentraciones o del valor de las distintas variables (salinidad, temperatura, nutrientes, oxígeno, etc.) en los extremos del gradiente.

Cada gradiente puede generar diferentes tipos de fuerzas y procesos (movimiento de las masas de agua, difusión, flujos de temperatura, flujos biogeoquímicos) que se expresarían a distintas escalas.

La energía total sería la suma de las energías acumuladas en el campo generado por todos los gradientes posibles.

Pero para que dicha energía pueda convertirse en trabajo es necesario ponerle restricciones a los flujos que se generan. De hecho, las restricciones que se impongan al flujo de energía que tiene lugar serían las determinantes de que esa producción se convierta en estructura y no en eutrofización o mera disipación (PÉREZ-RUZAFÁ, 2013). Es aquí donde las restricciones al intercambio de especies y a los flujos genéticos que imponen el semi-aislamiento de las lagunas costeras a través de los canales de comunicación con el mar abierto o la distancia entre islas y las barreras climáticas en los sistemas insulares, o las que interponen las praderas de fanerógamas a las corrientes litorales, al oleaje y a los flujos entre el sedimento y la columna de agua, o las islas a las principales corrientes marinas, pueden convertirse en biodiversidad y complejidad estructural.

El estudio de cómo un campo de gradientes físicos y químicos (de salinidad, luz, nutrientes, temperatura, profundidad...) puede convertirse en capacidad de realizar un trabajo, que la vida aprovecha para su proliferación y mantener su propio desequilibrio termodinámico, es todavía un reto pendiente (KLEIDON, 2012) en el que las lagunas costeras y los sistemas insulares pueden ser un caso de estudio asequible.

Esta aproximación permite explicar algunas de las paradojas que se observan en algunas lagunas costeras, como el Mar Menor, y posiblemente en algunos archipiélagos. La

productividad biológica frente a la complejidad y diversidad habitualmente son propiedades del ecosistema asociadas a estadios distintos de la sucesión ecológica. Los sistemas más productivos con una elevada Producción/Biomasa suelen ser sistemas simples, en los estadios iniciales de la sucesión ecológica y dominados por especies estrategias de la r (MACARTHUR & WILSON, 1967, PIANKA, 1970; MARGALEF, 1974). Por el contrario, los ecosistemas complejos, con mecanismos homeostáticos bien desarrollados, son habitualmente sistemas maduros, en el climax o en los estadios finales de la sucesión ecológica. Estos ecosistemas muestran una productividad baja en términos de la relación $P:B$, pero contienen redes tróficas complejas, con una elevada diversidad y dominados por especies estrategias de la K .

Las lagunas costeras y los sistemas insulares son ecosistemas aislados que deberían estar empobrecidos en especies y dominados por estrategias de la r . Tanto porque son las que presentan una mayor capacidad de dispersión, como por ser, aparentemente, las más adaptadas a condiciones extremas y fluctuantes. Esto justificaría la elevada productividad de las lagunas costeras, e incluso la de algunos archipiélagos que se encuentran en mitad del océano, en áreas totalmente improductivas.

Sin embargo, al mismo tiempo que las lagunas costeras están entre los sistemas más productivos en el océano, también muestran una elevada diversidad y mecanismos homeostáticos bien desarrollados.

De este modo, aunque todas las lagunas presentan una elevada productividad y altos rendimientos pesqueros, también presentan especies típicamente estrategias de la K , y algunas, además, muestran comunidades complejas, con una alta diversidad y una elevada heterogeneidad en el espacio y en el tiempo que les proporciona importantes mecanismos homeostáticos que les permiten, por ejemplo, controlar el proceso de eutrofización. Algo que también se da en muchos sistemas insulares en el medio sumergido.

Como hemos visto, esta paradoja, es decir, la combinación inusual de una productividad elevada con una elevada complejidad, puede explicarse por dos procesos físicos sencillos. Por un lado, la productividad sería la consecuencia de los flujos de energía generados por el elevado número y la intensidad de los gradientes físicos y químicos forzados por el aislamiento y la propia existencia de las barras de separación con el mar abierto y las islas que componen un archipiélago. Por otro lado, la complejidad, sería el resultado de la resistencia a dichos flujos de energía y a las corrientes marinas y de las restricciones a la conectividad interpuestas por los canales de comunicación, las propias islas y las distancias dentro del archipiélago.

6. COMENTARIO FINAL

Las islas Canarias han constituido, desde su descubrimiento, ya probablemente desde mucho antes de los registros históricos, un referente y punto de escala del tráfico marítimo, comercial o científico. Esto ha convertido al archipiélago en canalizador y modulador de flujos económicos, sociales y culturales. Su ubicación geográfica altamente singular y estratégica para el estudio de la biología marina y la oceanografía debe de seguir siendo un motor del conocimiento científico, ahora alimentado, no por expediciones que vienen de fuera, sino por quienes se han formado buceando y percibiendo la estructura y

dinámica de sus ecosistemas anclados en sus calas y enraizados en sus laderas, habiendo germinado aquí ya como personas ya como científicos.

El necesario desarrollo económico no puede realizarse sacrificando el legado natural, cultural y científico de Canarias. El valor efímero de un recurso energético, que pronto será sustituido por otros, o el desarrollo turístico que siempre dependerá de los caprichos de la oferta y la demanda y de gustos cambiantes, no pueden imponerse al valor permanente de los procesos ecológicos que generan biodiversidad y bienes y servicios de los que depende la calidad de vida, sin los que el turismo no sería posible y sin los que el disponer de petróleo se hace innecesario.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ADSERSEN, H. 1995. Research on islands: Classic, recent, and prospective approaches.- pp. 7-21 in: VITOUSEK, P.M., LOOPE, L. & ADSERSEN, H. (eds.). *Islands. Biological diversity and ecosystem function*. Hedelberg: Springer-Verlag, 238 pp.
- AMANIEU, M., BALEUX, B., GUELORGUET, O. & MICHEL, P. 1975. Etude Biologique et hydrologique d'une crise dystrophique (malaigue) dans l'étang du Prévost a Palavas (Hérault). *Vie Milieu* 25 B(2): 175-204.
- ARÍSTEGUI, J., SANGRÁ, P., HERNÁNDEZ-LEÓN, S., CANTÓN, M., HERNÁNDEZ-GUERRA, A. & KERLING, J. L. 1994. Island-induced eddies in the Canary Islands. *Deep-Sea Research*, 41: 1509-1525.
- AUGIER, H. 1982. Inventory and classification of marine benthic biocenoses of the Mediterranean. Council of Europe, European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resource, Strasbourg, Nature and Environment Series 25.
- BACHELET, G., DE MONTAUDOUIN, X., AUBY, I. & LABOURG, P.J. 2000. Seasonal changes in macrophyte and macrozoobenthos assemblages in three coastal lagoons under varying degrees of eutrophication. *Ices J. Mar. Sci.*, 57 (5): 1495-1506.
- BARNES, R.S.K. 1980. *Coastal Lagoons*. Cambridge University Press, Cambridge, 106 pp.
- BARNES, R.S.K. 1989. What, if anything, is a brackish water fauna? *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* 80: 235-240.
- BASSET, A., GALUPPO, N. & SABETTA, L. 2006. Environmental heterogeneity and benthic macroinvertebrate guilds in Italian lagoons. *Transitional Waters Bulletin* 1: 48-63.
- BENHISSOUNE, S., CHAOUTI, A. & BAYED, A. 2005. Distribution des macrophytes benthiques dans la lagune de Smir (nord-ouest du Maroc). In: BAYED, A. & SCAPINI, F. (Eds.), *Ecosystèmes côtiers sensibles de la Méditerranée: cas du littoral de Smir. Travaux de l'Institut Scientifique*, Rabat, série générale 4: 27-32.
- BIRD, E.C.F. 1982. Changes on barriers and spits enclosing coastal lagoons, *Oceanol. Acta, N.S.P.*: 45-53.
- BOUCHEREAU, J.L., CHAVES, P. DE T. & MONTI, D. 2008. Factors Structuring the Ichthyofauna Assemblage in a Mangrove Lagoon (Guadeloupe, French West Indies). *Journal of Coastal Research* 4: 969-982.

- BOUTIERE, H., BOVEE, F., DELILLE, D., FIALA, M., GROS, C., JACQUES, G., KNO-EPFFLER, M., LABAT, J.P., PANOUSE, M. & SOYER, C. 1982. Effect d'une crise dystrophique dans l'étang de Salses-Leucate. *Oceanol. Acta*. Actes Symposium International sur les lagunes cotieres: 31-242.
- BRITO, A., PÉREZ-RUZAFÁ, A. & BACALLADO, J.J. 1997. Ictiofauna costera de las islas Galápagos: composición y estructura del poblamiento de los fondos rocosos. *Res. Cient. Proy. Galápagos TFCM* 5, 61 pp.
- CHAOUTI, A. & BAYED, A. 2005. Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des substrats meubles de la lagune de Smir. In: Bayed, A. & Scapini, F. (Eds.), Ecosystèmes côtiers sensibles de la Méditerranée: cas du littoral de Smir. *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat*, série générale 4 : 33-42.
- CLOERN, J.E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series* 210: 223-253.
- COTTINGHAM, K.L. 1999. Nutrients and zooplankton as multiple stressors of phytoplankton communities: Evidence from size structure. *Limnol. Oceanogr.* 44: 810.
- COVENEY, P.V. 2003. Self-Organization and Complexity: A New Age for Theory, Computation and Experiment. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* 361: 1057-1079
- DARWIN, CH. 1859. *On the origin of species by means of natural selection*. London: John Murray, 458 pp.
- DE BIASI, A.M., BENEDETTI-CECCHI, L., PACCIARDI, L., MAGGI, E., VASELLI, S. & BERTOCCI, I. 2003. Spatial heterogeneity in the distribution of plants and benthic invertebrates in the lagoon of Orbetello (Italy). *Oceanol. Acta* 26 (1): 39-46.
- DeANGELIS, D.L. 1992. *Dynamics of nutrient cycling and food webs*. Chapman & Hall, London. 270 pp.
- DEMEULDRE, M., CHINH NGO, T., HENNEBERT, E., WATTIEZ, R., LECLÈRE, P. & FAMMING, P. 2014. Instantaneous adhesion of Cuvierian tubules in the sea cucumber *Holothuria forskali*. *Biointerphases* 9, 029016.
- DEMOOR, S., WAITE, H.J., JANGOUX, M.J., FLAMMANG, P. 2003. Characterization of the Adhesive from Cuvierian Tubules of the Sea Cucumber *Holothuria forskali* (Echinodermata, Holothuroidea). *Marine Biotechnology* 5 (1):45-57.
- ELLIOTT, M. & QUINTINO, V. 2007. The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin* 54(6): 640-645.
- ENTRAMBASAGUAS, L., PÉREZ-RUZAFÁ, A., GARCÍA CHARTON, J.A. STOBART, B. & BACALLADO, J.J. 2008. Abundance, spatial distribution and habitat relationships of echinoderms in the Cabo Verde Archipelago (eastern Atlantic). *Marine and Freshwater Research* 59, 6: 477-488.
- EUROPEAN UNION 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal L* 327, 1e72.
- FERRARI, I., CECCHERELLI, V.U., NALDI, M. & VIAROLI, P. 1993. Planktonic and benthic communities in a shallow-water dystrophic lagoon. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 25: 1043-1047.

- GARCÍA-ARRARÁS JE, DÍAZ-MIRANDA L, TORRES II, FILE S, JIMÉNEZ LB, RIVERA-BERMUDEZ K, ARROYO EJ, CRUZ W. 1999 Regeneration of the enteric nervous system in the sea cucumber *Holothuria glaberrima*. *J Comp Neurol*. 406(4): 461-75.
- GARCIA-CHARTON, J.A. & PEREZ-RUZAF A. 1998. Correlation Between Habitat Structure and a Rocky Reef Fish Assemblage in the Southwest Mediterranean. *P.S.Z.N.: Marine Ecology* 19(2): 111-128.
- GARNEROT, F., BOUCHEREAU, J.L., REBELO, J.E. & GUELORQUET, O. 2004. L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paralique de type lagunaire, la Ria d'Aveiro (Portugal), en 1987-1988 et 1999-2000. *Cybium* 28 (1) suppl.: 63-75.
- GHEZZO, M., DePASCALIS, F., UMGIESSER, G., ZEMYLS, P., SIGOVINI, M., MARCOS, C. & PÉREZ-RUZAF A. 2015. Connectivity in three European coastal lagoons. *Estuaries and Coasts* 38 (5): 1764-1781.
- GIANMARCO, G., AZZONI, R., BARTOLI, M. & VIAROLI, P. 1997. Seasonal variations of sulphate reduction rates, sulphur pools and iron availability in the sediment of a dystrophic lagoon (Sacca di Goro, Italy). *Water Air and Soil Pollution* 99(1-4): 363-371.
- GIL-RODRÍGUEZ M^aC., MACHÍN-SÁNCHEZ, M., CARRILLO, M., BACALLADO, J.J., PÉREZ-RUZAF A, A., MORO, L., NÚÑEZ FRAGA, J. & ALEMANY, J.M. 2012. Sobre la biota del charco de San Ginés y la presencia de “egagrópilas” de *Valonia* en Lanzarote, islas Canarias. *Rev. Acad. Canar. Cienc.* XXIV: 9-28.
- GIUSTI, E., MARSILI-LIBELLIA, S., RENZI, M. & FOCARDI, S. 2010. Assessment of spatial distribution of submerged vegetation in the Orbetello lagoon by means of a mathematical model. *Ecological Modelling* 221: 1484-1493.
- GLYNN, P.W. 1990. *Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation*. Elsevier Oceanography Series, 52, New York: Elsevier, 554 pp.
- GLYNN, P.W. 1994. State of coral reefs in the Galápagos Islands: natural versus anthropogenic impacts. *Mar. Poll. Bull.* 29: 131-140.
- GOLDENFELD, N. & KADANOFF, L.P. 1999. Simple Lessons from Complexity. *Science*, New Series, 284, 5411: 87-89.
- GORMAN, M.L. 1991. *Ecología insular*. Vedral, Barcelona, 99 pp.
- GUELORGET, O. & MICHEL, P. 1979a. Les peuplements benthiques d'un étang littoral languedocien, l'étang du Prevost (Hérault). I. Etude quantitative de la macrofaune des vases. *Téthys* 9 (1): 49-64.
- GUELORGET, O. & MICHEL, P. 1979b. Les peuplements benthiques d'un étang littoral languedocien, l'étang du Prevost (Hérault). II. Etude quantitative de la macrofaune des sables. *Téthys* 9 (1): 65-77.
- GUELORGET, O. & PERTHUISOT, J.P. 1983. Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Travaux du Laboratoire de Géologie* 16: 1-136.
- GUELORGET, O., FRISONI, G.F. & PERTHUISOT, J.P. 1983. Zonation biologique des milieux lagunaires: définition d'une échelle de confinement dans le domaine paralique méditerranéen. *Journal de Recherche Oceanographique* 8(1): 15-35.

- GUYONEAUD, R., DE WIT, R., MATHERON, R. & CAUMETTE, P. 1998. Impact of macroalgal dredging on dystrophic crises and phototrophic bacterial blooms (red waters) in a brackish coastal lagoon. *Oceanologica Acta* 21(4): 551-561.
- JEFFERIES, R. P. S. 1986. *The Ancestry of the Vertebrates*. British Museum (Nat. Hist.) London.
- JONES, P.J.S. 2002. Marine protected area strategies: issues, divergences and the search for middle ground. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 197-216.
- KAUFFMAN, S. 2003. *Investigaciones. Complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general*. Tusquets, Barcelona, 372 pp.
- KAUFFMAN, S.A. 2002. *Investigations*. Oxford University Press, 308 pp.
- KERFOOT, C. & SIH, A. (Eds.) 1987. *Direct and indirect impacts on aquatic communities*. University Press of New England, Hanover, 386 pp.
- KJERFVE, B. (ed.) 1994. *Coastal lagoon processes*. Elsevier Oceanography Series, New York, 577 pp.
- KLEIDON, A. 2012. How does the Earth system generate and maintain thermodynamic disequilibrium and what does it imply for the future of the planet? *Phil. Trans. R. Soc. A*, 370: 1012–1040.
- LEHMAN, J.T. 1991. Interacting growth and loss rates: The balance of top-down and bottom-up controls in plankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 36: 1546.
- MACARTHUR, R. & WILSON, E.O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press, 203pp.
- MARGALEF, R. 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. In: UNAM-UNESCO (Ed.), *Lagunas costeras, un simposio. Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*, México D.F.: 545-562.
- MARGALEF, R., 1974. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, 951 pp.
- MARGALEF, R. 1991. *Teoría de los sistemas ecológicos*. Publicacions Universitat de Barcelona, Barcelona, 290 pp
- MARIANI, S. 2001. Can Spatial Distribution of Ichthyofauna Describe Marine Influence on Coastal Lagoons? A Central Mediterranean Case Study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52: 261-267.
- MCCOSKER, J.E. 1978. Galapagos underwater. *Pacific Discovery* 31 (2): 1-7.
- MEYSMAN, F.J.R. & BRUERS, S. 2010. Ecosystem functioning and maximum entropy production: a quantitative test of hypotheses. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 365: 1405-1416.
- MICHEL, P. 1979. Choix d'un descripteur du milieu et planification écologique application a un écosystème lagunaire méditerranéen. *Revue de Biologie et Ecologie méditerranéenne* VI (3-4): 239-247.
- MORA, C. & SALE, P.F. 2002. Are populations of coral reef fish open or closed? *Trends in Ecology & Evolution* 17 (9): 422-428.
- NIENHUIS, P.H. 1992a. Eutrophication, water management, and the functioning of Dutch estuaries and coastal lagoons. *Estuaries* 15 (4): 538-548.
- NIENHUIS, P.H. 1992b. Ecology of coastal lagoons in The Netherlands (Veerse Meer and Grevelingen). *Vie Milieu* 42: 59-72.

- NIGRELLI, R. & ZAHL, P.A. 1952. Some Biological Characteristics of Holothurin. *Experimental Biology and Medicine* 81 (2): 379.
- NIGRELLI, R.F. & JAKOWSKA, S. 2006. Effects of holothurin, a steroid saponin from the Bahamian sea cucumber (*actinopyga agassizi*), on various biological systems. *Annals of the New York Academy of Sciences* 90 (3): 884-892.
- OCCHIPINTI-AMBROGI, A., BIANCHI, C.N., MORRI, C. & SCONFIETTI, R. 1988. Recherches sur la zonation verticale du macrobenthos sessile dans la lagune de Venise. *Cah. Biol. Mar.* 29 (3): 297-311.
- ODUM, E.P. 1953. Odum, Eugene P. *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 383 pp.
- PALUMBI, S.R. 2003. Population genetics, demographic connectivity and the design of marine reserves. *Ecological Applications* 13 (1): 146-158.
- PÉRÈS, J.M. & PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Travaux de la station marine d'Endoume* 31 (47): 1-137.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. & ARAGÓN RUEDA, R. 2002. Implicaciones de la gestión y el uso de las aguas subterráneas en el funcionamiento de la red trófica de una laguna costera. En: FORNÉS, J.M. & LLAMAS, M.R. (Eds.) *Conflictos entre el desarrollo de las aguas subterráneas y la conservación de los humedales: litoral mediterráneo*. Fundación Marcelino Botín-Ediciones Mundi-Prensa, Madrid: 215-245.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. & MARCOS, C. 2012. Fisheries in coastal lagoons: an assumed but poorly researched aspect of the ecology and functioning of coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 110: 15-31.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. & MARCOS, C. 1992. Colonization rates and dispersal as essential parameters in the confinement theory to explain the structure and horizontal zonation of lagoon benthic assemblages. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 33: 100.
- PEREZ-RUZAFÁ, A. & MARCOS, C. 1993. La teoría del confinamiento como modelo para explicar la estructura y zonación horizontal de las comunidades bentónicas en las lagunas costeras. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 11: 347-358.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MARCOS, C. & PÉREZ-RUZAFÁ, I. M. 2011b. Recent advances in coastal lagoons ecology: evolving old ideas and assumptions. *Transitional Waters Bulletin* 5 (1): 50-74.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. 1989. *Estudio ecológico y bionómico de los poblamientos bentónicos del Mar Menor (Murcia, SE de España)*. PhD thesis, Universidad de Murcia.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. 2013. *La Ecología, una ciencia empeñada en comprender la complejidad*. Academia de Ciencias de la Región de Murcia, Murcia, 49 pp.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., ALVARADO, J.J., SOLÍS-MARÍN, F.A., HERNÁNDEZ, J.C., MORATA, A., MARCOS, C., ABREU-PÉREZ, M., AGUILERA, O., ALÍO, J., BACALLADO-ARÁNEGA, J.J., BARRAZA, E., BENAVIDES-SERRATO, M., BENÍTEZ-VILLALOBOS, F., BETANCOURT-FERNÁNDEZ, L., BORGES, M., BRANDT, M., BROGGER, M.I., BORRERO-PÉREZ, G.H., BUITRÓN-SÁNCHEZ, B.E., CAMPOS, L.S., CANTERA, J.R., CLEMENTE, S., COHEN-RENIJO, M., COPPARD, S.E., COSTA-LOTUFO, L.V., DEL VALLE-GARCÍA, R., DÍAZ DE

- VIVAR, M.E., DÍAZ- MARTÍNEZ, J.P., DÍAZ, Y., DURÁN-GONZÁLEZ, A., EPHERRA, L., ESCOLAR, M., FRANCISCO, V., FREIRE, C.A., GARCÍA-ARRARÁS, J.E., GIL, D.G., GUARDERAS, P., HADEL, V.F., HEARN, A., HERNÁNDEZ-DELGADO, E.A., HERRERA- MORENO, A., HERRERO-PÉREZRUL, M.D., HOOKER, Y., HONEY-ESCANDÓN, M.B.I., LODEIROS, C., LUZURIAGA, M., MANSO, C.L.C., MARTÍN, A., MARTÍNEZ, M.I., MARTÍNEZ, S., MORO-ABAD, L., MUTSCHKE, E., NAVARRO, J.C., NEIRA, R., NORIEGA, N., PALLEIRO-NAYAR, J.S., PÉREZ, A.F., PRIETO-RÍOS, E., REYES, J., RODRÍGUEZ-BARRERAS, R., RUBILAR, T., SANCHO-MEJÍAS, T.I., SANGIL, C., SILVA, J.R.M.C., SONNENHOLZNER, J.I., VENTURA, C.R.R. TABLADO, A., TAVARES, Y., TIAGO, C.G., TUYA, F. & WILLIAMS, S.M. 2013a. Latin America Echinoderm Biodiversity and Biogeography: Patterns and Affinities. En: ALVARADO, J.J. & SOLÍS-MARÍN, F.A. (eds.), *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 511-542.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., ENTRAMBASAGUAS, L., MARCOS, C., BACALLADO, J.J. & GARCÍA-CHARTON, J.A. 2003. Spatial relationships of the echinoderm fauna of Cabo Verde islands: A multi-scale approach.- pp. 31-39 in: FÉRAL, J.-P. & DAVID, B. (eds.) *Echinoderm Research 2001*. Lisse: Sweets & Zeitlinger, 337 pp.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., FERNÁNDEZ, A.I., MARCOS, C., GILABERT, J., QUISPE, J.I. & GARCIA-CHARTON, J.A. 2005. Spatial and temporal variations of hydrological conditions, nutrients and chlorophyll *a* in a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, Spain) *Hydrobiologia* 550: 11-27
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., GILABERT, J., GUTIÉRREZ, J.M., FERNÁNDEZ, A.I., MARCOS, C. & SABAH, S. 2002. Evidence of a planktonic food web response to changes in nutrient input dynamics in the Mar Menor coastal lagoon, Spain. *Hydrobiologia* 475/476: 359-369.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., HEGAZI, M.I., PÉREZ-RUZAFÁ, I.M. & MARCOS, C. 2008a. Differences in spatial and seasonal patterns of macrophyte assemblages between a coastal lagoon and the open sea. *Marine Environmental Research* 65: 291-314.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MARCOS, C. & BACALLADO, J.J. 2005. Biodiversidad marina en archipiélagos e islas: patrones de riqueza específica y afinidades faunísticas. *Vieraea* 33: 455-475.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MARCOS, C. & PÉREZ-RUZAFÁ, I.M. 2011c. Mediterranean coastal lagoons in an ecosystem and aquatic resources management context. *Physics and Chemistry of the Earth* 36: 160-166.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MARCOS, C., PÉREZ-MARCOS, M. & PÉREZ-RUZAFÁ, I. 2013b. Are coastal lagoons physically or biologically controlled ecosystems? Revisiting *r* vs *K* strategies in coastal lagoons and estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 132: 17-33.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MARCOS, C., PÉREZ-RUZAFÁ, I.M. & PÉREZ-MARCOS, M. 2011a. Coastal lagoons: “transitional ecosystems” between transitional and coastal waters. *Journal for Coastal Conservation* 15(3): 369-392.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MARCOS, C., PÉREZ-RUZAFÁ, I.M., BARCALA, E., HEGAZI, M.I. & QUISPE, J. 2007a. Detecting changes resulting from human pressure in a na-

- turally quick-changing and heterogeneous environment: Spatial and temporal scales of variability in coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75 (1-2): 175-188.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MOMPEÁN, M.C. & MARCOS, C. 2007b. Hydrographic, geomorphologic and fish assemblage relationships in coastal lagoons. *Hydrobiologia* 577: 107-125.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., QUISPE-BECERRA, J.I., GARCÍA-CHARTON, J.A. & MARCOS, C. 2004. Composition, structure and distribution of the ichthyoplankton in a Mediterranean coastal lagoon. *Journal of Fish Biology* 64: 202-218.
- PETERS, R.H. 1991. *A Critique for Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge: 366 pp.
- PIANKA, E.R., 1970. On r and K selection. *The American Naturalist* 104, 592e597.
- POPOV, A.M., ARTYUKOV, A.A., GLAZUNOV, V.P., MANDRON, E.V., KRIVOSHAPKO, O.N., KOZLOVSKAYA, E.P. 2011. Antitumor and anticoagulant activities of collagen protein from the Holothurian *Apostichopus japonicus* modified by proteolytic enzymes. *Russian Journal of Marine Biology* 37 (3): 217-222.
- PRIGOGINE, I. 1978. Time, Structure, and Fluctuations. *Science* 201, 4358: 777-785.
- REIZOPOULOU, S. & NICOLAIDOU, A. 2004. Benthic diversity of coastal brackish-water lagoons in western Greece. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: S93-S102.
- REYES, E. & MERINO, M. 1991. Diel dissolved-oxygen dynamics and eutrophication in a shallow, well-mixed tropical lagoon (Cancun, Mexico). *Estuaries* 14 (4): 372-381.
- SAKKAHLAILI, A., GRAMI, B., HADJMA BROUK, H., GOSSELIN, M. & HAMEL, D. 2007. Fate of phytoplankton production in a restricted mediterranean lagoon. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 38: 391.
- SANDERS, H.L. 1968. Marine benthic diversity - A comparative study. *American Naturalist* 102 (925): 243-282.
- SCHEFFER, M. 1998. *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall, London, 357 pp.
- SFRISO, A., PAVONI, B. & MARCOMINI, A. 1995. Nutrient distributions in the surface sediment of the central lagoon of Venice. *Science of the total environment* 172 (1): 21-35.
- SIGOVINI, M. 2011. *Multiscale dynamics of zoobenthic communities and relationships with environmental factors in the Lagoon of Venice*. PhD thesis, Universidad C'a Foscari. Venecia.
- SPECCHIULLI, A., D'ADAMO, R., RENZI, M., VIGNES, F., FABBROCINI, A., SCIROCCO, T., CILENTI, L., FLORIO, M., BREBER, P. & BASSET, A. 2009. Fluctuations of physicochemical characteristics in sediments and overlying water during an anoxic event: a case study from Lesina lagoon (SE Italy). *Transit. Waters Bull.*, 3 (2): 15-32.
- TAGLIAPIETRA, D., SIGOVINI, M. & GHIRARDINI, A.V. 2009. A review of terms and definitions to categorize estuaries, lagoons and associated environments. *Marine and Freshwater Research* 60 (6): 497-509.
- TERRADAS, J. 2001. *Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. Ediciones Omega, Barcelona. 703 pp.

- UNESCO 1981. Coastal lagoons research, present and future. *UNESCO Tech. papers Mar. Sci.*, 33.
- VERGARA-CHEN, C., GONZALEZ-WANGUEMERT, M., MARCOS, C. & PÉREZ-RUZAFÁ, A. 2010a. High gene flow promotes the genetic homogeneity of the fish goby *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810) from Mar Menor coastal lagoon and adjacent marine waters (Spain). *Marine Ecology-an Evolutionary Perspective* 31(2): 270-275.
- VERGARA-CHEN, C., GONZÁLEZ-WANGÜEMERT, M., MARCOS, C. & PÉREZ-RUZAFÁ, A. 2010b. Genetic diversity and connectivity remain high in *Holothuria polii* (Delle Chiaje 1823) across a coastal lagoon-open environmental gradient. *Genetica* 138 (8): 895-906.
- VIAROLI, P., AZZONI, R., BARTOLI, M., GIORDANI, G. & TAJÉ, L. 2001. Evolution of the trophic conditions and dystrophic outbreaks in the Sacca di Goro lagoon (northern Adriatic Sea). In: FARANDA, F.M., GUGLIELMO, L. & SPEZIE, G. (Eds.) *Structure and Processes in the Mediterranean Ecosystems*. Springer Verlag Italia, Milan: 443-451.
- VIAROLI, P., BARTOLI, M., BONDAVALLI, C., CHRISTIAN, R., GIORDANI, G. & NALDI, M. 1996. Macrophyte communities and their impact on benthic fluxes of oxygen, sulphide and nutrients in shallow eutrophic environment. *Hydrobiologia* 329: 93-103.
- VITOUSEK, P.M., ADSERSEN, H. & LOOPE, L. 1995. Introduction. Why focus on islands?.- pp. 1-6 in: VITOUSEK, P.M., LOOPE, L. & ADSERSEN, H. (eds.). *Islands. Biological diversity and ecosystem function*. Heidelberg: Springer-Verlag, 238 pp.
- WALLACE, A.R. 1881. *Island life*. New York: Harper & Brothers, 522 pp.
- WELLINGTON, G.M. 1975. *Medios ambientes marinos costeros de Galápagos*. Departamento de Parques Nacionales y Vida Silvestre. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador, 355 pp.
- YAMADA, A., TAMORI, M., IKETANI, T., OIWA, K. & MOTOKAWA, T. 2010. A novel stiffening factor inducing the stiffest state of holothurian catch connective tissue. *The Journal of Experimental Biology* 213: 3416-3422.

Ámbito de la *Revista de la Real Academia Canaria de Ciencias*. *Sección Biología*

La *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología* (RACCB) publica artículos científicos inéditos y notas breves sobre biología general, zoología, botánica, ecología y ramas afines, con especial interés en los estudios de biodiversidad marina y terrestre en islas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde) y de áreas tropicales del Atlántico. Los idiomas de publicación son el español y el inglés, aunque se recomienda la presentación de trabajos en inglés, dado el ámbito internacional de la revista.

Los manuscritos son evaluados por al menos dos revisores anónimos. El Editor decide la aceptación o el rechazo de los trabajos en base al juicio crítico de los revisores.

Recepción y evaluación de manuscritos

La RACCB se distribuye en los últimos días de diciembre de cada año y el periodo de evaluación normal de los trabajos dura unos dos meses.

Para someter un trabajo a evaluación en la RACCB los manuscritos deberán enviarse por correo electrónico al Editor (jjbacallado@gmail.com) en formato Word, con las figuras y tablas en archivos separados con una resolución de al menos 300 ppp.

Una vez recibidos, si los trabajos se ajustan al ámbito y al formato de la revista, se envían a los revisores para su evaluación anónima, que serán especialistas en la materia designados por el Comité Editorial o por el Editor.

Los comentarios de los revisores serán enviados al autor correspondiente para que pueda responder a los mismos y en su caso hacer modificaciones en el manuscrito.

Con los comentarios y las recomendaciones de los revisores el Editor decide sobre la aceptación del trabajo. Para considerar la aceptación de los mismos, al menos dos evaluadores deben haberlo aprobado.

En caso de aceptación para su publicación en la RACCB, el autor correspondiente recibirá unas pruebas de galera en formato digital, para que pueda hacer observaciones al respecto.

Instrucciones para los autores

Los trabajos se presentarán en un archivo de Word en formato DIN A4, con letra *Times New Roman* de tamaño 12 y con espaciado sencillo entre líneas, dejando márgenes laterales, superior e inferior de 2 centímetros, salvo en la primera página en la que el margen superior será de 5 centímetros. Sangría de párrafo 1 centímetro. Se seguirá el esquema siguiente:

Primera página:

1. Título del trabajo en español o inglés, en negrita, centrado y en mayúsculas.
2. Apellidos e iniciales de los autores separados por comas; en negrita, centrado y en minúsculas.
3. Filiación de cada autor en minúsculas y centrado, con tamaño de letra 10.
4. Autor de correspondencia con un correo electrónico de contacto.
5. Resumen del trabajo en español con una extensión máxima de 200 palabras.

6. Palabras clave que definan el trabajo (mínimo tres, máximo siete), en español e inglés, en minúsculas y justificado a la izquierda.

7. Resumen del trabajo en inglés con una extensión máxima de 200 palabras.

Los autores de habla no hispana pueden solicitar asistencia al Editor para la revisión de los textos en español.

Páginas posteriores:

El texto del trabajo será dividido en secciones y debe constar, siempre que sea posible, de **Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Bibliografía**. En los artículos taxonómicos el apartado **Resultados** podrá ser sustituido por otro llamado **Sistemática**.

Los encabezamientos de cada sección, numerados correlativamente, se escribirán en letras mayúsculas en negrita. Si hubiera subsecciones, se enumerarán en la forma 1.1, 1.2,..., 2.1, 2.2,..., escribiéndose los encabezamientos en cursiva.

La bibliografía se presentará por orden alfabético de los autores y por año, con las revistas con su nombre completo. Los autores en mayúsculas y sangría francesa de 1 centímetro. Ejemplos:

ORTEA, J., J. ESPINOSA, M. CABALLER & Y. BUSKE. 2012. Initial inventory of the sea slugs (Opisthobranchia and Sacoglossa) from the expedition Karubenthos, held in may 2012 in Guadeloupe (Lesser Antilles, Caribbean Sea). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XXIV: 153-182.

FUTUYIMA, D.J. 2013. *Evolution*. 3^a Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, EEUU, 656 pp.

En el texto las referencias deben indicarse con el apellido del autor seguido del año de publicación entre paréntesis. Si son dos los autores se separan por el signo & y si son más de dos, después de la primera referencia completa se utiliza el apellido del primero seguido de *et al.* Ejemplos:

LINNEO (1758). WATSON & CRICK (1953). HCKMAN *et al.* (2012).

Las láminas en color se presentarán digitalizadas en formato JPEG de alta calidad a 300 ppp y en modo CMYK o en escala de grises en su caso. Los diagramas de líneas se escanearán a 1200 ppp.

Trabajos de gran extensión podrían publicarse en suplementos independientes previa consulta con el Editor.

En caso de ser publicado, el autor de correspondencia recibirá 20 separatas de su trabajo, así como un archivo digital en formato pdf para su distribución limitada.

No hay costes asociados a la edición, aunque sí podrían cobrarse los costos de impresión de imágenes en color o de los suplementos en casos excepcionales. Consultar con el Editor.

Todos los números de la *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología* se pueden encontrar digitalizados en el

Biodiversity Heritage Library (<http://www.biodiversitylibrary.org/>).

Para obtener una versión impresa de la Revista se puede contactar por correo electrónico con:

jjbacallado@gmail.com
jmcndez@ull.es

Scope of the journal *Revista de la Academia Canaria de Ciencias.* *Sección Biología*

The journal *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología* (RACCB) publishes original scientific papers and short notes on general biology, zoology, botany, ecology and related fields, with emphasis on studies of marine and terrestrial biodiversity on islands of the Macaronesia (Azores, Madeira, Canary and Cape Verde) and tropical areas of the Atlantic. The publication languages are Spanish and English, although the presentation of papers in English is recommended, given the international scope of the journal.

The manuscripts are evaluated by at least two anonymous referees. The Editor decides on the acceptance or rejection of the work based on the critical judgment of the referees.

Reception and evaluation of manuscripts

The RACCB is distributed in the last days of December each year, and the normal assessment period of work lasts about two months.

Manuscripts should be sent by email to the Editor (jjbacallado@gmail.com) in Word format, with figures and tables separated with a resolution of 300 dpi files, in order to be submitted to evaluation.

Once received, if the work is in accordance with the scope and format of the journal, it will be sent to anonymous referees for evaluation. The referees will be experts in the field designated by the Editorial Committee or the Editor.

The referees' comments will be sent to the corresponding author in order to and, if necessary, make changes to the manuscript.

With the comments and the recommendations of the referees, the Editor decides on the acceptance of the work. To consider accepting them, at least two referees must have approved.

If the work is accepted for publication in the RACCB, the corresponding author will receive galley proofs in a digital format, in order to give the approval or make some comments.

Instructions to authors

Works must be submitted in a Microsoft Word file format DIN A4, Times New Roman size 12 and simple interlinear spacing, with sides, top and bottom margins of 3 centimetres. The following scheme must be accomplished:

First page:

1. Title in Spanish and English, in bold, centered and in uppercase.
2. Surname and initials of authors separated by commas, in bold, centered and lowercase.
3. Affiliation of each author; lowercase and left justified.
4. Corresponding author with a contact email.
5. Summary of work in Spanish with a maximum length of 200 words.
6. Keywords (minimum three, maximum seven) not appearing in the title, in Spanish and English; lowercase and left justified.
7. Summary of work in English with a maximum length of 200 words.

The authors do not speak Spanish may apply for assistance to the Editor for review of texts.
Following pages:

The text of the work will be divided into sections and must contain, whenever possible, **Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References**. In taxonomic works, the **Results** section can be replaced by another called **Systematics**.

The headings of each section, numbered consecutively, will be written in lowercase bold. If the work had subsections, they will be listed in the form 1.1, 1.2, ..., 2.1, 2.2, ..., with headers being written in italics.

The literature will be presented in alphabetical order by author and year, and the journals with its full name. Examples:

ORTEA, J., J. ESPINOSA, M. CABALLER & Y. BUSKE. 2012. Initial inventory of the sea slugs (Opisthobranchia and Sacoglossa) from the expedition Karubenthos, held in may 2012 in Guadeloupe (Lesser Antilles, Caribbean Sea). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XXIV: 153-182.

FUTUYIMA, D.J. 2013. *Evolution*. 3^a Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, EEUU, 656 pp.

In the text, references must be related by author's surname followed by the year of publication in parentheses. If two authors are separated by the "&" and if they are more than two, the name of the first author followed by *et al* must be used after the first full reference. Examples:

LINNEO (1758). WATSON & CRICK (1953). HCKMAN *et al.* (2012).

The colour plates will be sent digitized in high quality JPEG format at 300dpi and in CMYK or greyscale. Line charts will be scanned at 1200 dpi.

Large works could be published in separate supplements prior consultation with the Editor. In case of publication, the corresponding author will receive 20 reprints of their work, as well as a digital file in pdf format for limited distribution.

There are no costs associated with the issue, although they may be charged the cost of printing colour images or supplements in exceptional cases. Contact the Editor.

All issues of the journal *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Biología* can be found digitized at

Biodiversity Heritage Library (<http://www.biodiversitylibrary.org/>)

For a printed version of the journal, please, contact by email at:

jjbacallado@gmail.com
jmendez@ull.es

REVISTA DE LA ACADEMIA CANARIA DE CIENCIAS

Folia Canariensis Academiae Scientiarum

Volumen XXVII
Diciembre de 2015

ÍNDICE

Editorial 7

OCAÑA, O., HARTOG, J.C. DEN, BRITO, A., MORO, L., HERRERA, R., MARTÍN, J., RAMOS, A., BALLESTEROS, E. & BACALLADO, J. J.
A survey on Anthozoa and its habitats along the Northwest Africa coast and some islands: new records, descriptions of new taxa and biogeographical, ecological and taxonomical comments. Part I. 9

FALCÓN, J. M., HERRERA, R., AYZA, O. & BRITO, A.
New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector 67

ESPINO, F., TUYA, F. & BRITO, A.
Occurrence of the African Sergeant, *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae) in the Canary Islands Waters..... 83

ESPINO, F., RAMÍREZ, B. & BRITO, A.
Occurrence of the Torroto Grunt, *Genyatremus cavifrons* (Cuvier, 1830) (Actinopterygii: Haemulidae) In The Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean) 91

MARTÍN OSORIO, V. E., SCHOLZ, S. & WILDPRET DE LA TORRE, W.
Gymnocarpo decandri nueva serie climatófila jandiense inframediterránea hiperárida de matos de costa 99

CABALLER, M. & ORTEA, J.
Finishing to untangling the taxonomic knot: new species of the genus *Bulbaeolidia* Carmona, Pola, Gosliner & Cervcra, 2013 (Mollusca: Acolidiidae) from the Caribbean and Galapagos..... 113

CABALLER, M. & ORTEA, J.
New data on the genus *Hermaea* (Mollusca: Sacoglossa) in Europe, with the description of a new species from Spain. 125

ORTEA, J.
Descripción de 21 especies de *Gibberula* Swainson, 1840 (Mollusca: Gastropoda: Cystiscidae) en honor de 21 mujeres distinguidas con el Premio Príncipe de Asturias..... 137

ESPINOSA, J. & ORTEA, J.
Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de Puerto Rico, Cuba, México y los Cayos de la Florida 189

ORTEA, J., MORO, L. & ESPINOSA, J. Estudio de un grupo de especies caribeñas enmascaradas en el nombre <i>Aegires Sublaevis</i> Odhner, 1932 (Mollusca: Nudibranchia) utilizando técnicas tradicionales.	243
ESPINOSA, J., ORTEA, J. & DIEZ, Y. L. Nuevas especies del género <i>Volvarina</i> Hinds, 1844 (Mollusca, Neogastropoda, Marginellidae) de las regiones oriental y central de Cuba	259
HERNÁNDEZ, C.A., GARCÍA BRAUN, J.A., & HERNÁNDEZ, J.C. Anthropogenic influence on coastal phytoplankton seasonality	285
GARCÍA, J. & GARCÍA, R. Descripción de <i>Curimopsis Dacilae</i> , nueva especie de La Palma (Coleoptera, Byrrhidae)	301
GARCÍA, J., GARCÍA, R. & BACALLADO, J. J. Nuevos datos sobre la biología y distribución de <i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1770) (Nymphalidae, Lepidoptera) en el Archipiélago Canario	307
GONZÁLEZ, M. C., GONZÁLEZ, L. & HERNÁNDEZ, J. C. Producción primaria y calcificación de las comunidades bentónicas de fondos rocosos de Canarias.	315
RIERA, R. & MARTÍN-SOSA, P. Two new records of marine amphipods from the Canary Islands: <i>Amphilochus manudens</i> Bate, 1862 and <i>Metopa propinqua</i> Sars, 1892	329
ALFONSO, B., SARABIA, A., SANCIBRIÁN, I. ALFARO, A., ADERN, N. & HERNÁNDEZ, J.C. Efecto de la actividad humana sobre la distribución y estructura poblacional del burgado <i>Phorcus sauciatus</i> (Koch, 1845)	333
MARTÍN-GARCÍA, L., BRITO-IZQUIERDO, I. T., BRITO-HERNÁNDEZ, A. & J. BARQUÍN-DIEZ, J. Changes in benthic communities due to submarine volcanic eruption: black coral (<i>Antipathella wollastoni</i>) death in the Marine Reserve of El Hierro (Canary Islands)	345
 <i>FILOSOFÍA E HISTORIA DE LAS CIENCIAS</i>	
FRANCISCO-ORTEGA, J., SANTOS-GUERRA, A., ROMEIRAS, M. M., CARINE, M. A., SÁNCHEZ-PINTO, L. & DUARTE, M. C. The botany of the three voyages of Captain James Cook in Macaronesia: an introduction.	357
PÉREZ-RUZAFÁ, A. El papel de la conectividad restringida en la construcción de los ecosistemas marinos semiaislados: el ejemplo de las lagunas costeras y los archipiélagos (Texto del discurso de ingreso como académico correspondiente de la Real Academia Canariae Ciencias, pronunciado el 11 de diciembre de 2014)	411
Ámbito de la <i>Revista de la Real Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología</i> Instrucciones para los autores.	457
Scope of the journal <i>Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología</i> Instructions to authors	459

Esta publicación de la
Academia Canaria de Ciencias
se terminó de imprimir
en el mes de diciembre
de dos mil quince



ÍNDICE

<i>Editorial</i>	7
OCAÑA, O., HARTOG, J.C. DEN, BRITO, A., MORO, L., HERRERA, R., MARTÍN, J., RAMOS, A., BALLESTEROS, E. & BACALLADO, J. J. A survey on Anthozoa and its habitats along the Northwest Africa coast and some islands: new records, descriptions of new taxa and biogeographical, ecological and taxonomical comments. Part I.	9
FALCÓN, J. M., HERRERA, R., AYZA, O. & BRITO, A. New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector	67
ESPINO, F., TUYA, F. & BRITO, A. Occurrence of the African Sergeant, <i>Abudefduf hoefleri</i> (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae) in the Canary Islands Waters	83
ESPINO, F., RAMÍREZ, B. & BRITO, A. Occurrence of the Toroto Grunt, <i>Genyatremus cavifrons</i> (Cuvier, 1830) (Actinopterygii: Haemulidae) in the Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean)	91
MARTÍN OSORIO, V. E., SCHOLZ, S. & WILDPRET DE LA TORRE, W. <i>Gymnocarpo decandri</i> nueva serie climatófila jandiense inframediterránea hiperárida de matos de costa	99
CABALLER, M. & ORTEA, J. Finishing to untangling the taxonomic knot: new species of the genus <i>Bulbaeolidia</i> Carmona, Pola, Gosliner & Cervera, 2013 (Mollusca: Aeolidiidae) from the Caribbean and Galapagos	113
CABALLER, M. & ORTEA, J. New data on the genus <i>Hermaea</i> (Mollusca: Sacoglossa) in Europe, with the description of a new species from Spain	125
ORTEA, J. Descripción de 21 especies de <i>Gibberula</i> Swainson, 1840 (Mollusca: Gastropoda: Cystiscidae) en honor de 21 mujeres distinguidas con el Premio Príncipe de Asturias.	137
ESPINOSA, J. & ORTEA, J. Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de Puerto Rico, Cuba, México y los Cayos de la Florida	189
ORTEA, J., MORO, L. & ESPINOSA, J. Estudio de un grupo de especies caribeñas enmascaradas en el nombre <i>Aegires Sublaevis</i> Odhner, 1932 (Mollusca: Nudibranchia) utilizando técnicas tradicionales	243
ESPINOSA, J., ORTEA, J. & DIEZ, Y. L. Nuevas especies del género <i>Volvarina</i> Hinds, 1844 (Mollusca, Neogastropoda, Marginellidae) de las regiones oriental y central de Cuba	259
HERNÁNDEZ, C.A., GARCÍA BRAUN, J.A., & HERNÁNDEZ, J.C. Anthropogenic influence on coastal phytoplankton seasonality	285
GARCÍA, J. & GARCÍA, R. Descripción de <i>Curinopsis Dacilae</i> , nueva especie de La Palma (Coleoptera, Byrrhidae)	301
GARCÍA, J., GARCÍA, R. & BACALLADO, J. J. Nuevos datos sobre la biología y distribución de <i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1770) (Nymphalidae, Lepidoptera) en el Archipiélago Canario	307
GONZÁLEZ, M. C., GONZÁLEZ, L. & HERNÁNDEZ, J. C. Producción primaria y calcificación de las comunidades bentónicas de fondos rocosos de Canarias	315
RIERA, R. & MARTÍN-SOSA, P. Two new records of marine amphipods from the Canary Islands: <i>Amphilochus manudens</i> Bate, 1862 and <i>Metopa propinqua</i> Sars, 1892	329
ALFONSO, B., SARABIA, A., SANCIBRIÁN, I. ALFARO, A., ADERN, N. & HERNÁNDEZ, J.C. Efecto de la actividad humana sobre la distribución y estructura poblacional del burgado <i>Phorcus sauciatus</i> (Koch, 1845).	333
MARTÍN-GARCÍA, L., BRITO-IZQUIERDO, I. T., BRITO-HERNÁNDEZ, A. & J. BARQUÍN-DIEZ, J. Changes in benthic communities due to submarine volcanic eruption: black coral (<i>Antipathella wollastoni</i>) death in the Marine Reserve of El Hierro (Canary Islands).	345
<i>FILOSOFÍA E HISTORIA DE LAS CIENCIAS</i>	
FRANCISCO-ORTEGA, J., SANTOS-GUERRA, A., ROMEIRAS, M. M., CARINE, M. A., SÁNCHEZ-PINTO, L. & DUARTE, M. C. The botany of the three voyages of Captain James Cook in Macaronesia: an introduction	357
PÉREZ-RUZAFÁ, A. El papel de la conectividad restringida en la construcción de los ecosistemas marinos semiaislados: el ejemplo de las lagunas costeras y los archipiélagos (Texto del discurso de ingreso como académico correspondiente de la Real Academia Canaria de Ciencias, pronunciado el 11 de diciembre de 2014)	411